

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS Y CINCO MODALIDADES DE
INJERTOS EN PLANTONES DE CARAMBOLA (*Averrhoa
carambola* L.) A NIVEL DE VIVERO EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por
NORVILA DIESTRA DAVILA

Asesor
JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL ÁGUILA

Tingo María – Perú

2020



Año de la lucha de la corrupción y la impunidad

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 013-2019-FA-UNAS

BACHILLER : Norvila DIESTRA DAVILA

TÍTULO : EVALUACIÓN DE DOS TIPOS Y CINCO MODALIDADES DE INJERTOS EN PLANTACIONES DE CARAMBOLA (*Averrhoa carambola L.*) A NIVEL DE VIVERO EN TINGO MARÍA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M. Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS
VOCAL : Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS
VOCAL : Ing. JORGE CERÓN CHÁVEZ
ASESOR : Ing. M. Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL ÁGUILA

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 25 de abril del 2019
HORA DE SUSTENTACIÓN : 4:00 Pm.
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : MUY BUENO
RESULTADO : APROBADO
OBSERVACIONES A LA TESIS: EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 25 de abril del 2019.


.....
Ing. M. Sc. FAUSTO SILVA CÁRDENAS
PRESIDENTE


.....
Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS
VOCAL


.....
Ing. JORGE CERÓN CHÁVEZ
VOCAL


.....
Ing. M. Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
ASESOR

DEDICATORIA

Ante todo, a nuestro señor Dios,
quién me dio vida, guío en todo, para
poder así conseguir uno de mis
mayores anhelos, que es concluir mi
carrera profesional como Ingeniero
Agrónomo

A mis queridos padres Willy Elmer
Diestra Sifuentes y Lucinda Aleli
Davila Montenegro por el sacrificio
que hicieron posible mi formación
profesional, A mi hermano Edwin
Diestra Davila con cariño y gratitud,
pensar en el significó un estímulo de
superación.

A todos los docentes de mi facultad
de Agronomía, por la enseñanza en
estos cinco años como universitario
y darles las infinitas gracias por
brindarme una sólida formación
como profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A la UNAS, casa de estudios donde me forjaron para la vida laboral y me brindaron enseñanzas sabias.
- A mi asesor de tesis el Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila, por la enseñanza, por los sabios consejos que me brindó y por ser un gran amigo.
- A los miembros del Jurado de Tesis: Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. Jorge Cerón Chávez y al Ing. Carlos Miranda Armas, por la colaboración en el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M.Sc. Miguel Anteparra Paredes, por la enseñanza, orientación y por ser un gran amigo.
- A mis compañeros (as) y amigos (as): Jheimi Jara Barrios, Gina Chuquirima Quispe, María Malca Quezada, Deysi Córdova Ramirez, Marycarmen Feliz Mendoza, Yesica, por su colaboración y aportes en el presente trabajo de investigación desde el inicio hasta el final.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Antecedentes.....	14
2.2. Origen y distribución geográfica	15
2.3. Taxonomía.....	15
2.4. Requerimientos edafoclimaticos.....	16
2.5. Descripción botánica.....	18
2.6. Usos y valor nutricional.....	21
2.7. Composición física y química.....	23
2.8. Variedades de Carambola.....	24
2.9. Sistema de cultivo.....	24
2.10. Sistemas de propagación de la Carambola.....	25
2.11. Injerto	26
2.12. Crecimiento vegetativo	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. Ubicación del experimento.....	39
3.2. Datos meteorológicos del periodo de evaluación	40
3.3. Materiales y equipos	41
3.4. Componentes en estudio	42
3.5. Tratamientos en estudio	43
3.6. Diseño Experimental.....	43
3.7. Características del vivero experimental	44
3.8. Ejecución del experimento.....	45

3.9. Parámetros registrados del patrón.....	53
3.10. Variables registrados del injerto.....	54
3.11. Análisis económico	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.1. Características vegetativas del patrón	58
4.2. Características vegetativas después de la injertación	60
4.3. Análisis económico	87
V. CONCLUSIONES.....	89
VI. RECOMENDACIONES.....	90
VII. RESUMEN	91
Abstract.....	93
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	95
IX. ANEXO.....	101

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Producción de carambola en el Perú.....	15
2. Información nutricional de la carambola.....	22
3. Características químicas de la carambola.....	23
4. Coordenadas geográficas del lugar de estudio.....	39
5. Datos meteorológicos de enero a noviembre del 2017.....	40
6. Descripción de los tratamientos.. ..	43
7. Modelo del análisis de variancia.....	44
8. Resumen del análisis de variancia para diámetro del tallo (mm), longitud de planta (cm) y número de ramas del patrón antes de la injertación, a los seis meses.....	58
9. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el estudio de las características de diámetro (mm), longitud (cm) y número de ramas del patrón antes de la injertación, a los seis meses de edad.....	59
10. Resumen del análisis de variancia para el número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yema, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación (Datos transformados).....	61
11. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los tipos de injertos el número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación (Datos transformados).	62
12. Resumen del análisis de variancia para el número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación (Datos	

transformados).....	65
13. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	66
14. Resumen del análisis de variancia para el diámetro (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	69
15. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el diámetro de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	70
16. Resumen del análisis de variancia para la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	71
17. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la longitud de injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación.....	73
18. Resumen del análisis de variancia para el número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	75
19. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	76
20. Resumen del análisis de variancia del área foliar (cm ²) del injerto a la última evaluación.....	78
21. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del área foliar del injerto a la última evaluación.....	79

22.	Resumen del análisis de variancia para el peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación.	81
23.	Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso fresco de patrón e injerto a la última evaluación... ..	82
24.	Resumen del análisis de variancia para el peso seco (g) del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento.....	84
25.	Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso seco del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento.....	85
26.	Costos de producción para plántones injertados de carambola.....	87
27.	Costo por plántones injertados de carambola.....	88
28.	Promedios de la longitud (cm), diámetro (mm) y número de ramas de los patrones.	102
29.	Promedios del número de yemas, púas prendidas brotadas y número de yemas púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación (Datos transformados).....	102
30.	Promedios del número de yemas, púas prendidas brotadas y número de yemas púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación (Datos originales).....	103
31.	Promedios del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).....	103
32.	Promedios del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación (Datos originales).....	104
33.	Promedios del número de injertos vivos a la última evaluación	104
34.	Promedios de la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformado).....	105

35.	Promedios de la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos originales).....	105
36.	Promedios del diámetro de los injertos (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).	106
37.	Promedios del diámetro (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos originales).....	106
38.	Promedios del número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos transformados).	107
39.	Promedios del número de hojas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación (Datos originales).....	107
40.	Promedios del peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación (Datos transformados).....	108
41.	Promedios del peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación (Datos originales).....	108
42.	Promedios del peso seco (g) del patrón e injerto a la última evaluación (Datos transformados).....	109
43.	Promedios del peso seco (g) del patrón e injerto a la última evaluación (Datos originales)	109
44.	Promedios del área foliar (cm ²) del injerto a la última evaluación (datos transformados).	110
45.	Promedios del área foliar del injerto (cm ²) a la última evaluación (Datos originales).	110

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Árbol de carambola	19
2. Flor de carambola.....	20
3. Fruto de carambola	21
4. Ubicación del lugar en estudio.	39
5. Análisis de suelo.....	41
6. Crecimiento del diámetro, longitud y número de ramas del patrón.	60
7. Comparación del número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación..	64
8. Comparación del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación... ..	68
9. Crecimiento del diámetro del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación.	71
10. Crecimiento de la longitud del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación.....	74
11. Incremento del número de ramas del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación	78
12. Comparación del área foliar del brote del injerto a la última evaluación.	80
13. Comparación del peso fresco del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento.....	82
14. Peso seco del patrón e injerto al final de la evaluación.....	86
15. Croquis del vivero experimental	111
16. Detalle de cada tratamiento.....	111

17.	Preparación del sustrato para el llenado de bolsas.....	112
18.	Extracción de la semilla de Carambola.....	112
19.	Plántula de Carambola de 21 días en vivero.....	113
20.	Medición del diámetro, longitud y número de ramas a los dos meses de edad del patrón.....	113
21.	Medición del diámetro, longitud y número de ramas a los cuatro meses de edad del patrón.....	114
22.	Plantones de carambola a seis meses de edad aptas para injertar...	114
23.	Recolección de varas yemeras de Carambola.....	115
24.	Injerto tipo corteza modalidad T- escudete... ..	115
25.	Injerto tipo corteza modalidad parche	116
26.	Injerto tipo hendidura modalidad púa central	116
27.	Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral	117
28.	Injerto tipo hendidura modalidad momia.	117
29.	Distribución de los tratamientos después de la injertación.....	118
30.	Comparación de los tratamientos injertados a la última evaluación...	118
31.	Evaluación final de los injertos en fase de laboratorio.	119
32.	Hojas extraídas con sacabocado para determinar el área foliar	119
33.	Muestras llevadas a la estufa durante 48 Horas	120
34.	Peso seco del patrón e injerto a la última evaluación.	120

I. INTRODUCCIÓN

La carambola (*Averrhoa carambola* L.), es una fruta de origen tropical del suroeste asiático de la familia Oxalidaceae, que puede encontrarse también en condiciones del subtrópico (GONZÁLEZ *et al.*, 2001). En el Perú, se extiende debajo de los 1 200 m.s.n.m de la costa hasta la Amazonía, y zonas subtropicales como Chanchamayo, Satipo (Junín); Tingo María (Huánuco); Iquitos (Loreto) y Tarapoto (San Martín) (CALZADA, 1980, SOLIS, 2010).

Su importancia económica radica en su fruto, tiene una alta actividad antioxidante, bajo valor calórico, buen contenido de vitamina A y C y minerales como calcio, fósforo y potasio de importancia en la nutrición humana. Además, tiene elevado contenido de agua y es utilizado en la industria para procesar néctar, jaleas, mermeladas, conservas y confitado (NAVARRO, 2011).

En la actualidad los productores de la amazonia están realizando la propagación sexual (por medio de semillas) que presentan desventajas como la heterogeneidad en las plantaciones, además de la entrada más tardía a producción. Con la finalidad de superar estas desventajas se plantea realizar una propagación asexual con fines de explotaciones comerciales, además se van a disminuir la altura de la planta y conseguir mayor rendimiento y frutos de buena calidad.

En la actualidad se desconoce el mejor tipo y modalidad de injerto de la carambola a nivel de vivero en la en la Amazonía peruana, por tal motivo nos planteamos la siguiente interrogación ¿Cuál es el mejor tipo y modalidad de injerto en carambola a nivel de vivero en la ciudad de Tingo María?

El mejor tipo y modalidad de injerto para la carambola en la ciudad de Tingo María es el injerto tipo hendidura modalidad púa lateral. Además (MATEUS *et al.*, 2015) recomienda el injerto tipo hendidura modalidad púa lateral para la *Averrhoa carambola* L. en plantaciones de Colombia, los brotes se desarrollan entre la semana 3 y 4, las copas de los portainjertos pueden cubrirse entre la semana 2 y 3.

Con la finalidad de conocer el comportamiento de dos tipos y cinco modalidades de injertos nos planteamos los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivo general

1. Evaluar cuál de los dos tipos y cinco modalidades de injerto en plántones de Carambola a nivel de vivero en Tingo María es el más recomendable.

Objetivos específicos

1. Evaluar el desarrollo vegetativo de patrones de carambola a nivel de vivero en Tingo María.
2. Evaluar el desarrollo vegetativo de patrones injertados con dos tipos y cinco modalidades de injerto para la Carambola a nivel de vivero en Tingo María.
3. Analizar el análisis económico de los tratamientos en estudio de los plántones injertados de carambola.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

PÉREZ (2017), evaluó dos tipos y cinco métodos de injerto en copoazú (*Theobroma grandiflorum* Will ex Spreng Schum) en el vivero productivo de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El experimento fue distribuido en un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un total de cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 15 unidades experimentales por repetición. En base a sus resultados, concluye que el mejor tipo y la mejor modalidad de injerto para el copoazú es el injerto de tipo hendidura modalidad púa central debido a que este presentó mejores y mayores valores en las características evaluadas en comparación con los demás tratamientos.

2.1.1. Producción de carambola en el Perú

La situación actual del fruto de la carambola es deprimente, las pocas hectáreas de este cultivo en zonas de selva (Alto Huallaga, Bajo y Alto Mayo, Chanchamayo, Ucayali, etc.), no tiene un manejo y están descuidados; esto se ve reflejado en la cosecha y pos cosecha, donde se pierden en grandes cantidades, pudriéndose debajo de sus árboles ya que el agricultor prefiere dejarlo así antes de sacarlo al mercado dado su bajo costo (SIEA, 2016).

En el cuadro 1 se muestra la producción de los mayores productores de carambola (*Averrhoa carambola* L.) a nivel del Perú entre los años 2015 al 2016.

Cuadro 1. Producción de carambola en el Perú

Región	Superficie cosechada (ha)		Producción (t)		Rendimiento (t/ ha)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Nacional	321	323	3,413	3,696	11	11
Amazonas	5	5	35	34	8	7
Huánuco	60	60	615	606	10	10
Junín	62	62	1,185	1,171	19	19
Loreto	170	170	1,444	1,751	8	10
Madre de Dios	25	26	133	130	5	5
Tumbes	0	1	0	4	-	8

Fuente: Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (2016)

2.2. Origen y distribución geográfica

La carambola es una fruta originaria y propia de Indonesia y Malasia. Su cultivo se ha extendido a otros países tropicales de Asia y América. Los principales países productores hoy en día son Tailandia, Brasil, Colombia y Bolivia. La carambola es una fruta exótica muy cotizada en los mercados internacionales, conocida popularmente como "fruta estrella". Puede ser propagada en climas tropicales y subtropicales y se desarrolla en Australia, Filipinas, y otras islas del Pacífico sur, América central, Sudamérica, Islas del Caribe, África, Israel y áreas subtropicales de USA (PAULL y DUARTE, 2012).

2.3. Taxonomía

El sistema de clasificación de la especie esta ordenada en la siguiente secuencia jerárquica:

Reino : Plantae
Subreino : Tracheobionta
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Subclase : Rosidae
Orden : Oxalidales
Familia : Oxalidaceae
Género : *Averrhoa*
Especie : *Averrhoa carambola* L.

2.4. Requerimientos edafoclimaticos

2.4.1. Suelo

Se adapta a suelos desde arenosos hasta arcillosos siempre y cuando tengan un buen drenaje, pH de 6 - 7. Los suelos donde el agua suele encharcarse después de una lluvia por períodos de 12 horas o más, no son adecuados para la carambola (GALÁN y MENINO, 1993). Sin embargo, se pueden adaptar a suelos desde moderadamente ácidos a suelos neutrales (pH 4,5 a 7,0) (GREEN, 1987; MATEUS *et al.*, 2015).

2.4.2. Temperatura

La temperatura óptima para este cultivo se encuentra en un rango de 21 a 32°C (MATEUS *et al.*, 2015).

Árboles expuestos a temperaturas de – 2 °C o menos por largos periodos pueden verse seriamente afectados, desde una completa defoliación

hasta la muerte (GALÁN y MENINI, 1993; MATEUS *et al.*; 2015). Zonas con alta radiación solar, superior a 2000 horas de brillo solar/año son recomendadas pues promueven altas concentraciones de sólidos solubles en los frutos (MATEUS *et al.*, 2015).

2.4.3. Altitud

El carambolo se desarrolla de forma óptima en condiciones del trópico bajo y medio (0 - 1200 m.s.n.m), donde las lluvias sean medias a altas bien distribuidas, alrededor de 1800 - 3000 mm por año, pues la falta prolongada de agua limita el crecimiento de las raíces, hojas, desarrollo en general, la inducción de floración y puede reducir significativamente el rendimiento (GALÁN y MENINO, 1993; PAULL y DUARTE, 2012). Aunque también se han establecido en trópico seco y regiones subtropicales con buenos resultados con excepción de zonas donde se presenten heladas severas. Tiene un óptimo desarrollo en climas húmedos, aunque se reporta tolerancia en zonas secas con sequías estacionales (PÉREZ *et al.*, 2005).

2.4.4. Clima

Requiere de condiciones tropicales, adaptándose a lugares con temperaturas entre los 18 - 34°C, con una precipitación anual de 1800 mm. Bien distribuido en el año. El cultivo es altamente susceptible en sitios con alta ventosidad, para lo cual se deben construir sistemas de protección.

Para rompe vientos a corto plazo se debe usar bananeros o hierbas altas de rápido crecimiento. Para rompe vientos más duraderos, se debe usar árboles. Los rompevientos temporales se recomiendan cada 30 o 40 metros, y

los permanentes cada 80 o 100 m., orientados a 90 metros de los vientos prevalecientes (GREEN, 1987).

2.5. Descripción botánica

Es un arbusto perennifolio que puede alcanzar hasta 10 m de altura, en su estado juvenil tiene porte piramidal mientras que en su estado adulto presenta una copa abierta irregular; comúnmente muy ramificado, aunque puede tener un tronco simple (ORDUZ y RANGEL, 2002) el arbusto es siempre verde y su crecimiento es más lento donde la velocidad del viento es mayor, aunque puede resistir los vientos fuertes ya que sus raíces tienen un anclaje profundo.

2.5.1. Tallo

El tallo es generalmente torcido, con ramas bajas y delgadas; su diámetro puede alcanzar los 20-30 cm, con corteza de color gris pardo a verde (VILLEGAS, 1998).

2.5.2. Hoja

Las hojas son alternas, compuestas, imparipinnadas, con 5 - 11 hojuelas alternas o parcialmente opuestas ovadas o elípticas de color verde a verde claro. Los folíolos miden entre 2 y 9 cm de largo, y 1 y 5 cm de ancho. Son sensibles a la luz plegándose en las horas de la noche (ORWA *et al.*, 2009).



Figura 1. Árbol de carambola.

2.5.3. Flor

Las flores son de tonalidades rojas y purpuras agrupadas en inflorescencias racimosas, de tamaño pequeño, perfectas, de pedicelo corto, regulares y con heterostilia o distilia (algunos árboles producen flores con estilos cortos y estambres largos, y otros producen flores con estilos largos y estambres cortos; típico de la especie) hermafroditas, auto-incompatibles y de polinización cruzada, conformadas por 5 pétalos, 5 sépalos, 5 estambres, 5 estaminodios (MATEUS *et al.*, 2015).

Abren gradualmente en la mañana entre 8 y 10 a.m. y cierran en horas de la tarde entre 2 y 6 p.m., durante este tiempo los agentes polinizadores (*Apis mellifera* y *Trigona sp.*) realizan su labor. La presencia de lluvias fuertes durante el periodo de floración puede afectar de forma negativa la polinización (MORTON, 1987).



Figura 2. Flor de carambola

2.5.4. Fruto

Según GONZÁLEZ (2000), menos del 25% de las panículas presentan frutos cuajados y regularmente se desarrolla solo un fruto por panícula, este valor es suficiente para obtener una cosecha adecuada.

Por otro lado, ORDUZ y RANGEL (2002), afirman que entre siembra y germinación se cuentan 34 días; de germinación a vivero 39 días; de establecimiento en sitio definitivo a floración, 8 a 22 meses después de trasplante; de floración a aparición de primeros frutos 30 días; de aparición de primeras flores a cosecha 120 días.

También MATEUS *et al.* (2015), reporta 60 - 75 días de la floración a maduración de frutos en Florida, tiempo sujeto a la variedad y prácticas de manejo.

Según GONZÁLEZ *et al.* (2001), el fruto presenta un patrón de crecimiento sigmoideal simple con tres fases, y que durante este periodo de desarrollo el tamaño, peso, porcentaje de pulpa, relación de sólidos solubles totales (SST) y la acidez total titulable (ATT) aumentan mientras que el porcentaje de corteza, la firmeza y acidez del fruto disminuyen. El tiempo estimado entre fruto cuajado y maduro es de 83 días en Perú.

El fruto es una baya carnososa dorada en su etapa madura con una cutícula cerosa de color translúcido o dorado pálido que puede medir entre 5-15 cm de longitud y 3-6 cm de ancho (MATEUS *et al.*, 2015).



Figura 3. Fruto de carambola.

2.6. Usos y valor nutricional

Las carambolas se venden principalmente como fruta fresca. Sin embargo, se procesan también en encurtidos, salsas, vino y jaleas, aunque en escala limitada. Los árboles son excelentes como ornamentales. El follaje es

verde oscuro, atractivo y las flores y frutos son hermosos. Su componente mayoritario es agua, así mismo contiene pequeñas cantidades de hidratos de carbono simples, su valor calórico es muy bajo. La pulpa es rica en oxalato de calcio y fibra soluble. Contiene una cantidad moderada de provitamina A y de vitamina C. En cuanto a minerales, destaca su contenido en potasio (SOLÍS, 2010).

Cuadro 2. Información nutricional de la carambola

Nutriente	Valor
Grasas saturadas	0.019 g
Grasas poliinsaturadas	0.184 g
Grasas mono insaturadas	0.03 g
Azúcar	3.98 g
Fibra	2.8 g
Calcio	3 mg
Hierro	0.08 mg
Sodio	2 mg
Potasio	133 mg
Magnesio	10 mg
Fósforo	12 mg
Zinc	0.12 mg
Vitamina A	61 IU
Vitamina C	34.4 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.014 mg
Vitamina B6	0.017 mg
Vitamina E	0.15 mg
Beta Caroteno	25 µg

Fuente: Base de datos de nutrientes de USD (2008).

La provitamina A o β - caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo requiera. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y estimula el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina E interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. El potasio es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal (SOLÍS, 2010).

2.7. Composición física y química

Según MATEUS *et al.* (2015) indica que el fruto de la carambola, es una baya carnosa, de forma ovoide, su tamaño es variable entre 50 - 250 mm, de largo y 30-110 mm de diámetro, los frutos comerciales suelen pesar entre 100 y 250 g. la que se consume junto con la pulpa, es translúcida, delgada, suave y con una cutícula cerosa.

Cuadro 3. Características químicas de la carambola

Análisis	Resultado
Acidez	0,23 %
Sólidos solubles	7,90 %
Sólidos solubles/ acidez	34,30 %
Ácido ascórbico	3,99 %
Ph	4,00
Ácido péptico	0,72 %

Fuente: MATEUS *et al.*, (2015)

2.8. Variedades de Carambola

A nivel mundial existe un amplio número de variedades, aunque muchas de ellas no son comerciales debido a sus características de calidad.

Se acepta de forma general que existen dos tipos principales de fruto de carambolo: dulces y acidas. Las primeras de mayor tamaño, de consistencia blanda y con menos contenido de ácido oxálico (NAVARRO, 2011; MATEUS *et al.*, 2015). Algunas variedades conocidas son: Arkin (comercialmente importante en Florida), Golden Star, Kaput, Newcombe, Kaput, Cheng-Tsey, B-2, B-10, B-17, entre otras; se estima que el departamento de agricultura de Malasia ha seleccionado más de 17 variedades de interés comercial. El Instituto Colombiano Agropecuario seleccionó una variedad de carambola en el año 1972 para Colombia, la cual se adapta a condiciones climáticas del trópico en general. Se busca con el desarrollo de estas variedades frutos con color atractivo (amarillo dorado), vida comercial mayor a tres semanas luego de cosechado, y altas producciones (MATEUS *et al.*, 2015).

2.9. Sistema de cultivo

Hay diversas recomendaciones de distancia de siembra (4×6, 5×5, 6×6, 5×7, 8×8 m, etc.), en sistemas de tresbolillo, cuadro o rectángulo, el primero recomendado para laderas y los dos últimos preferiblemente para terrenos planos o ligeramente inclinados (MATEUS *et al.*, 2015).

Las distancias dependerán del objetivo de la plantación, pueden ser intercalados con otros cultivos arbóreos o herbáceos como la papaya. Comercialmente se manejan densidades entre 290 y 360 plantas/ha (GALÁN y MENINO, 1993).

El sombreado de la copa del árbol reducirá la producción de fruta, por lo cual las filas deben orientarse de tal forma que las plantas reciban la mayor exposición a la luz solar (MATEUS *et al.*, 2015).

En condiciones del trópico las plantas se desarrollan de forma vigorosa requiriendo podas anuales para el control del tamaño y uso eficiente de la radiación, estas podas por lo general estimulan la floración, se recomienda hacer poda en la parte inferior del árbol para evitar ramas a menos de un metro de cercanía al suelo para evitar daños en los frutos también cuando los árboles superan los 4 metros de altura (GALÁN y MENINO, 1993),

2.10. Sistemas de propagación de la Carambola

Estas plantas pueden ser propagadas sexual o asexualmente; injertos de chapa, púa lateral, de bisel o doble bisel (MATEUS *et al.*, 2015).

2.10.1. Propagación sexual

Se realiza por medio de semillas, las cuales deben ser seleccionadas de árboles con buena producción y calidad de fruto una vez se han desarrollado por completo. Las semillas deben ser sembradas rápidamente para evitar pérdida de viabilidad, previa separación del arilo que las recubre secándolas en un ambiente bien ventilado y sin luz directa (MATEUS *et al.*, 2015). Según GALÁN y MENINO (1993) si las semillas se conservan en agua destilada, en la oscuridad, en un rango de temperatura entre los 28°C y los 30°C la viabilidad de las mismas puede ser hasta de 24 días.

Las semillas pueden ser almacenadas durante dos semanas si se conservan en refrigeración, estas germinan entre los 8-18 días de sembradas

dependiendo del comportamiento ambiental (humedad principalmente) (PAULL y DUARTE, 2012).

Una de las desventajas de este método es la heterogeneidad que puede resultar en la población además de la entrada más tardía a producción. El material proveniente de este método tiene como destino la producción de porta injertos (PAULL y DUARTE, 2012).

2.10.2. Propagación asexual

Este se utiliza básicamente en explotaciones comerciales. Los dos tipos de injerto más recomendados son el lateral y el de chapa, en condiciones favorables de temperatura, los brotes se desarrollan entre la semana 3 - 4 y las copas de los portainjertos pueden cubrirse entre la semana 2 y 3 después de insertar la yema (PAULL y DUARTE, 2012).

2.11. Injerto

La injertación consiste en unir una rama o injerto a un patrón reproducido por semilla, con el fin de que el cambium del injerto y del patrón queden en íntimo contacto, para que los nuevos tejidos provenientes de la división celular de ambos, queden justamente unidos y puedan transportar agua y alimentos a través de la unión. El injerto es un método de propagación vegetativa eficiente y de bajo costo que impulsa el desarrollo agrícola del cultivo. Con esta actividad se busca mejorar la producción en cantidad y calidad. La propagación vegetativa por injertos es de beneficio para los programas de mejoramiento genético, pues ayuda a conservar en forma más eficiente la pureza genética ganada y permite obtener resultados alentadores en un plazo más corto. Es un método de multiplicación mediante el cual se logra obtener una planta a partir de una porción

vegetal relativamente pequeña, llamada: injerto, vástago, pluma u objeto que se fija sobre otra planta o parte de ella, que sirve de sostén, y a la que se denomina: patrón, sujeto, pie o porta injerto (CUCULIZA, 1956).

2.11.1. Ventajas del injerto

- Permite conservar los caracteres de una planta.
- Se puede lograr en menor tiempo individuos productivos.
- Es posible asegurar las características y bondades de clones evitando la disgregación a que siempre están expuestas las plantas cultivadas por semillas.
- Rejuvenecer arboles viejos o descuidados y en particular, frutales y cultivos comerciales en fase productivo (NOSTI, 1973).

2.11.2. Desventajas del injerto

- El rompimiento del árbol en el punto de unión, particularmente cuando ha pasado muchos años.
- La proliferación de plagas y enfermedades a través del material de propagación.
- Solo se pueden injertar plantas de la misma especie, género, familia y que sean compatibles.
- Los árboles que se injertan su periodo de vida es más corto (MAINARDI, 1996).

2.11.3. Sistemas de protección de injertos

En general los métodos de injerto más exitosos en frutales y cacao son los que usan bolsas de polietileno transparentes para cubrir el injerto, La bolsa se destina a formar una cámara húmeda en todo el portainjerto, evitando la deshidratación de la vareta y un microclima estable el cual favorece la velocidad de brotación, sin impedir el intercambio de gases de dióxido de carbono importante para el éxito del injerto (JACOMINO *et al.*, 2000).

2.11.4. Factores que influyen en la cicatrización de la unión del injerto

Los diversos factores que influyen en la cicatrización de las uniones del injerto son incompatibilidad, clase de las plantas y condiciones de temperatura, humedad y oxígeno durante y después del injerto. Entre el patrón y el injerto debe existir un buen porcentaje de uniones exitosas, aun cuando no haya incompatibilidad, algunas plantas son más difíciles de injertar (HARTMANN y KESTER, 1990).

Entre el injerto y el portainjerto debe existir compatibilidad o afinidad que permita su prendimiento, que está sujeto a numerosos factores, en especial a la analogía anatómica y fisiológica de ambas partes (LORIA, 2005).

Según Jiménez *et al.* (2005), citado por OLIVA *et al.* (2009), refiere que existen diversas razones para que no se manifieste la adecuada unión entre patrón e injerto, una de estas se relaciona con la anormal distribución de almidones, azúcares y otras sustancias entre ambas estructuras, que tratan de armonizar sus tejidos.

Regularmente la incompatibilidad en injertos está dada por alteraciones fisiológicas, anatómicas y bioquímicas en el área de unión del

injerto, debido a la presencia de compuestos fenólicos. Estos compuestos juegan un papel importante en la relación injerto/porta-injerto ya que influyen en la formación de un área necrótica en la zona de unión del injerto, principalmente en el xilema y floema, lo que genera discontinuidad o desarreglo de los tejidos vasculares reduciendo el transporte de los nutrimentos y otras sustancias lo que originan la incompatibilidad entre los componentes (VIDAL, 2002).

2.11.5. Condiciones de clima y manejo de las varas yemeras

La extracción de varas yemeras deben ser a primeras horas de la mañana, para la cual se deben desinfectar las varas por inmersión de Benomyl al 1 % por 5 minutos, luego encerar en sus extremos. Para el embalaje y el traslado de las varas yemeras se deben envolver en papel húmedo de periódico en paquetes de 10 – 15 unidades como máximo, se atan e identifican con hilos de rafia, el traslado debe hacerse en cajas de tecnoport® teniendo en cuenta que las varas yemeras duren más de 3 – 4 días (ICT, 2003). Asimismo, como parte de las prácticas que facilitan la brotación de la vareta, se le coloca una pequeña bolsa plástica tratando de cubrir el injerto completamente, esto evita la deshidratación de la vareta y crea un microclima estable el cual favorece la velocidad de la brotación (LORIA, 2005).

Las temperaturas junto con las condiciones de clima seco pueden tener un efecto conjunto provocar una alta transpiración y por consiguiente una reducción en el crecimiento (VIDAL y ZUÑIGA, 1995).

En la injertación se obtienen mejores resultados por la mañana que por la tarde, y que se nota poca diferencia entre días de sol, nublados o con lluvia, aunque algunas veces los resultados no son tan buenos cuando el tiempo

es muy lluvioso. Se encontró que las cantidades distintas de lluvia caída en los 14 días siguientes de la injertación no tuvieron efectos significativos en el número de prendimientos, la incompatibilidad entre el patrón y la yema se han atribuido a causas fisiológicas (HARDY, 1961).

2.11.6. Condiciones indispensables para el éxito del injerto

- Compatibilidad entre injerto y porta injerto, sus causas son fenómenos biológicos que los científicos aún no han conseguido aclarar totalmente.
- Momento biológico de las plantas, la soldadura del injerto solo puede suceder cuando las plantas se encuentran en la fase activa.
- Condiciones ambientales, la temperatura es el factor ambiental determinante en la rapidez de formación del callo. La temperatura ideal, que condiciona de forma positiva la rapidez de soldadura y aumenta la posibilidad de éxito del injerto, está comprendida entre 20 °C – 25 °C.
- Técnica de injerto, el tipo de injerto debe ser adecuado respecto a la “polaridad” de las yemas, las dos partes deben adherirse perfectamente y además es preferible que se sujete y se proteja el punto del injerto (HARTMANN y KESTER, 1990)

El éxito del injerto depende de la práctica del operario y de su conocimiento en la obtención de las yemas y el momento de hacerlo. La operación del injerto implica poseer una planificación y logística que asegure su éxito, actividades improvisadas casi siempre fracasan porque no se toman en

cuenta los factores climáticos, estado de la planta y las condiciones donde están. Casi siempre la falla está determinada por la escasez de agua en el suelo, sustrato, y por consiguiente los tejidos internos de la planta no tienen la facilidad para unirse con la yema a injertar. Las condiciones óptimas para injertar se consiguen en un vivero, antes que en el campo definitivo (ADRIAZOLA *et al.*, 2007).

2.11.7. Condiciones para realizar el injerto

- La altura del suelo al punto de injerto es variable dependiendo del terreno si es inundable o no, pero por lo general debemos tener presente una altura de 30 – 40 cm.
- El segmento de varas a utilizar en el injerto debe de tener de 3 – 4 yemas.
- El injerto se puede realizar en las primeras horas de la mañana hasta las 10 de la mañana y últimas horas de la tarde a partir de las 4 de la tarde, y si el día es sombreado puede injertarse durante el día.
- No se recomienda injertar cuando existen temperaturas muy altas en verano y muy bajas en invierno, ya que impiden el prendimiento del injerto por falta de sombra en el patrón.
- Se ha demostrado que las varas maduras o leñosas tienen mayor prendimiento en púa central y menor en las varas semileñosas o verdes en púa lateral.
- El injerto que ha prendido muestra un tejido vivo a los 8 días, caso contrario el tejido se muere.

- Los resultados de prendimiento del injerto dependen principalmente de sombra adecuada, humedad del suelo, higiene en el manipuleo de las herramientas, varas yemas sanas y buen contacto de tejidos (injerto y patrón), en caso de injerto utilizando parafina el factor sombra no es preponderante (ICT, 2004).

Según BENITO (1992), para lograr el prendimiento y el desarrollo normal de los injertos es necesario darles los siguientes cuidados:

- Los cortes en el patrón y en la vareta se deben hacer limpiamente y usando un instrumento bien afilado. Tiene que ser cortes iguales y parejos, sin dejar desgarramientos.
- El cambium del patrón y del injerto deben estar en contacto por los dos lados. Las vueltas sucesivas de la cinta de polietileno para amarrar y proteger el injerto deben quedar superpuestas para evitar pérdidas de humedad, el nudo debe ser lo suficientemente firme para que el patrón y el injerto queden en contacto firme (ni fuerte ni muy suave).
- Es conveniente evitar que los rayos de sol incidan directamente sobre el injerto.

2.11.8. Fisiología de la injertación

La auxina es un regulador natural vegetal que se caracteriza por su capacidad de inducir el alargamiento de las células del brote. Estas auxinas se acumulan en mayor cantidad en las yemas terminales o apicales lo cual origina una dominancia apical en la planta en relación a las ramas laterales. En ausencia de yema apical empieza el crecimiento activo de la yema lateral. Sin embargo,

un corto tiempo después la yema lateral más próxima a la yema apical, impondrá su dominancia sobre el resto de las yemas, logrando que continúen manteniéndose activos (MORENO, 1976).

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 de injerto y patrón. Las células de parénquima que forma es importante el tejido de callo son tiernas y de pared delgada, sin provisiones para resistir la desecación, es obvio que están expuestas por largo tiempo y se mueren. Los niveles de humedad del aire inferior al punto de saturación, inhiben la formación del callo, aumentando la tasa de desecación de las células a medida que disminuye.

2.11.9. Clasificación de injertos

Según CUCULIZA (1956) solo hay una clasificación práctica, que considera la forma del injerto, sus tipos principales, el lugar y la manera de la unión del injerto con el patrón. Esta clasificación a su vez puede ser.

A. Por la forma del injerto

- De aproximación
- De púa
- De corteza

El mismo autor clasifica al injerto de púa en:

a. Injerto púa lateral

- Por aplicación
- Bajo corteza
- De encaje

- De hendidura
- De lengüetas
- De puente

b. Injerto de púa en corona (central)

- Por aplicación
- Bajo corteza
- De encaje
- De hendidura
- De superposición
- De lengüetas
- De hendidura sobre bifurcación

B. Por el punto que se adapta el injerto al patrón

- Injertos laterales
- Injertos de corona

C. Por la manera de unión del injerto al patrón

- Por aplicación
- Bajo corteza
- De encaje
- De superposición
- De lengüetas

Según HARTMANN y KESTER (1990) clasifican a los injertos de la siguiente manera:

a. Método de injerto con púas

- Injerto de ensamblaje
- Injerto de empalme
- Injerto de costado
- Injerto de hendidura
- Injerto de cuña
- Injerto de corteza
- Injerto de aproximación

b. Método de injerto yemas

- Injerto de T invertida
- Injerto de escudete (en T)
- Injerto de parche
- Injerto en L
- Injerto de anillo
- Injerto de astilla

Los métodos de injertos más comunes son los de púa central, púa lateral y parche. La selección del método obedece a criterios de costos y la disposición de asumirlos (ADRIAZOLA, 2003). Para definir el tipo de injerto dependerá de la destreza del injertador, de los costos, de los tiempos y de la disponibilidad del material vegetativo (IICA, 2006). El Instituto de Cultivos Tropicales del Perú (ICT) recomienda el uso del injerto tipo púa lateral o central con sus innovaciones, por haber demostrado mayor prendimiento en el campo, por su facilidad de ejecución y disponibilidad del material vegetativo, por cuanto puede utilizarse brotes terminales e incluso tejidos maduros (ICT, 2004; SOLANO, 2008).

2.11.10. Proceso de cicatrización del injerto

La cicatrización de la unión de injerto puede considerarse como la cicatrización de una herida. Una herida como la que puede presentarse si se parte longitudinalmente la punta de una rama, se cicatriza con rapidez si las partes cortadas se unen y se atan estrechamente la proliferación de células en la región cambial de ambas partes producen nuevas células de parénquima, formando tejido de callo. Algunas de las células de parénquima que se entrelazan se diferencian a células cambiales que después producen xilema y floema. Si entre las dos partes de la rama partida se interpone una tercera sección que se ha cortado en forma tal que un gran número de células de su región del cambium puedan colocarse en contacto íntimo con las células cambiales de las dos porciones partidas, la proliferación de células de todas esas áreas cambiales pronto conduce a una completa cicatrización, y la porción extraña separada queda soldada por completo a las dos porciones que originalmente se separaron formando una unidad. En lo esencial, la unión de injerto es una herida cicatrizada en la que ha quedado incorporada una porción adicional de tejido extraño.

Sin embargo, esa porción de tejido extraño, la púa, no reasumirá con éxito su crecimiento a menos que se haya establecido una conexión vascular que le permita obtener agua y nutrientes. Además la púa debe tener una región meristemática terminal, una yema para que pueda reanudarse el crecimiento de la rama y que finalmente produzca fotosintato que abastezca al sistema radical.

En la cicatrización de unión de injerto, las partes de injerto que originalmente se preparan y colocan en contacto estrecho no se desplazan o

crezcan juntas por sí mismas. La unión se logra por completo por medio de células que se desarrollan después que se ha completado la operación de injertar. A demás, debe hacerse resaltar que una unión de injerto no se entremezcla los contenidos celulares. Las células producidas por la púa y el patrón mantienen su identidad propia.

2.12. Crecimiento vegetativo

El crecimiento es definitivo como un incremento irreversible en tamaño de la planta, a través del aumento en el número y tamaño de células (PIÑA y BAUTISTA, 2006), en el caso del cacao el crecimiento puede ser expresado en longitud, numero de hojas, peso, área foliar, y representado bajo la, modalidad de una curva sigmoideal parecida a la observada en la mayoría de los vegetales. Por otro lado, GRÁNDEZ (2005) menciona que el desarrollo y crecimiento de los brotes longitudinalmente probablemente no se manifiesta por el tipo de injerto o tercio de la vara yemera y su interacción, sino esto podría deberse a otros factores como hormonas reguladoras de crecimiento que tienen la capacidad de inducir alargamiento de las células del brote y también provocar letargo, que es el estado de crecimiento y metabolismo suspendido.

Mientras ÑUSTEZ *et al.*, (2009), refieren que el crecimiento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma y/o número, como una función del genotipo y el complejo ambiental, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta.

El vigor de la planta es una característica comúnmente usada para describir la capacidad de crecimiento. Las plantas vigorosas presentan como una determinada expresión vegetativa sobre la cual influyen tanto condiciones

externas (temperatura, agua, elementos minerales, fotoperiodo) como condiciones internas (equilibrio hormonal y nutricional). Este vigor también depende de las características genéticas del cultivar y del portainjerto o patrón (PIÑA y BAUTISTA, 2006). Asimismo, refieren que el ensanchamiento del tallo y la formación de las hojas tienen una gran influencia en el crecimiento y los componentes del rendimiento por ser los sitios de acumulación y formación de reservas de carbohidratos que pueden ser usados por la planta.

Las hojas y los rasgos de esta, juegan un papel particular y muy importante en la asimilación del carbono, las relaciones hídricas y el equilibrio energético de la planta; es por eso que la velocidad del crecimiento está en relación directa con la cantidad de radiación interceptada por el mismo.

Asimismo, la máxima tasa de crecimiento coincide con la máxima producción de hojas (PÉREZ *et al.*, 2004). La acumulación de materia seca es comúnmente usada como parámetro para caracterizar el crecimiento, porque usualmente tiene un gran significado económico (ÑUSTEZ *et al.*, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo, se ejecutó en el vivero Productivo y laboratorio de semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco.

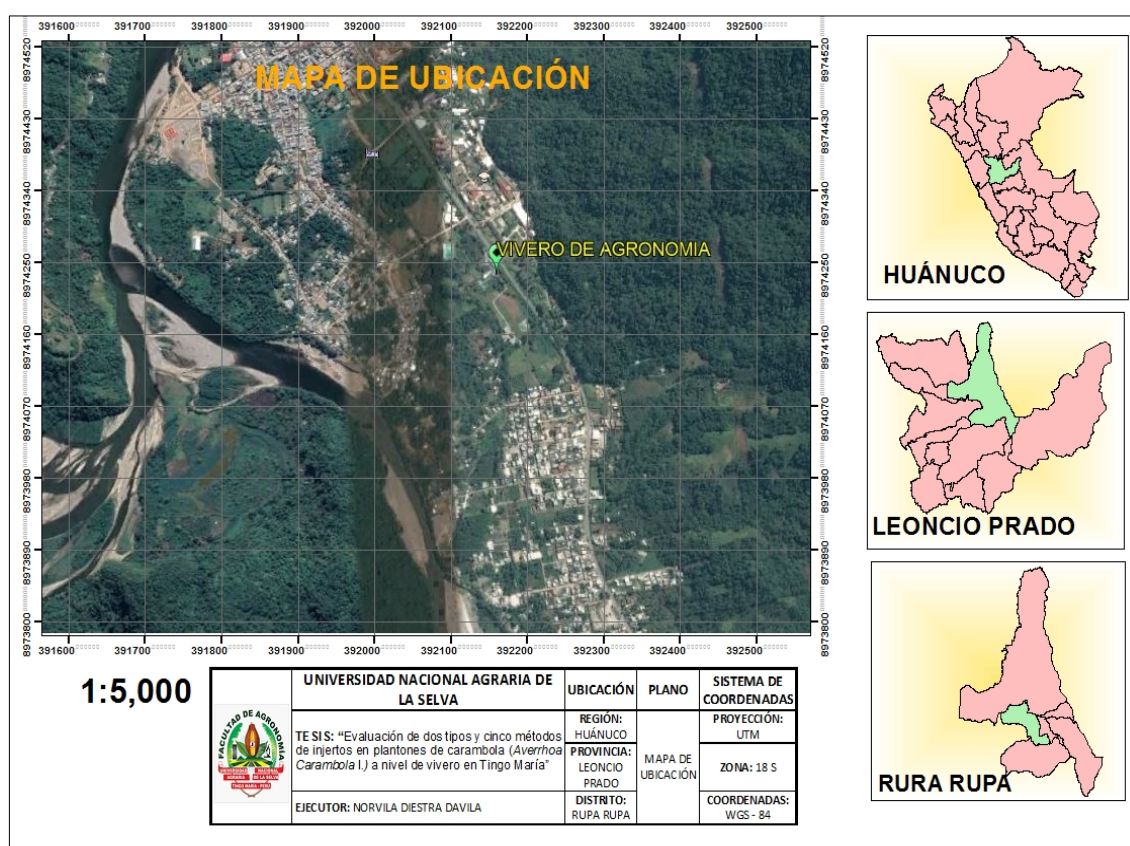


Figura 4. Ubicación del lugar en estudio

Cuadro 4. Coordenadas geográficas del lugar de estudio

Lugar	Coordenadas Geográficas		
	Este	Norte	Altitud
Vivero de agronomía	390733	8970441	660 m.s.n.m
Laboratorio de semillas	390612,42	8970334,96	660 m.s.n.m

3.2. Datos meteorológicos del periodo de evaluación

El periodo de evaluación se realizó de enero a noviembre del 2017 donde las variaciones climáticas fueron, el mes de enero con mayor precipitación de 476.6 y el mes de agosto con menor precipitación de 47.9 mm como se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Datos meteorológicos de enero a noviembre del 2017

Meses de evaluación	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	31.1	21.2	26.15	83	476.6
Febrero	30.4	21.3	25.85	84	407.8
Marzo	30.2	21.1	25.65	85	374.4
Abril	31.3	21.2	26.25	84	152.2
Mayo	30.5	21.1	25.8	83	137.5
Junio	30.3	20.1	25.2	85	128.2
Julio	30.1	19.8	24.95	84	174.2
Agosto	32.3	19.6	25.95	82	47.9
Setiembre	32.4	20.1	26.25	80	50.6
Octubre	31.2	20.6	25.9	81	149
Noviembre	31.3	21.4	26.35	82	236.4
Total	341.1	227.5	284.3	913	2334.8
Promedio	31.01	20.68	25.85	83.00	212.25

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología “José Abelardo Quiñonez” - Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

En el cuadro 5 del trabajo de investigación se observa que la temperatura en la ciudad de Tingo María tiene un promedio de 20.68 °C a 25.85

°C esto concuerda con lo que manifiesta (MATEUS *et al.*, 2015). La temperatura óptima para este cultivo se encuentra en un rango de 21 a 32°C.



Figura 5. Análisis de suelo.

En el presente análisis de suelo del trabajo de investigación se observa que el suelo que se utilizó es de pH 6.8 mientras (GALÁN y MENINO, 1993), manifiestan que el cultivo de carambola se adapta a suelos desde arenosos hasta arcillosos siempre y cuando tengan un buen drenaje, pH de 6 - 7. Los suelos donde el agua suele encharcarse después de una lluvia por períodos de 12 horas o más, no son adecuados para la carambola. Por lo tanto, están en un rango óptimo el pH para el cultivo de carambola.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Material vegetativo

- Semillas de carambola (300)
- Varas yemeras de carambola (300)

3.3.2. Materiales de vivero

- Palana
- Azadón
- Pico
- Regadera
- Tijera de podar
- Cuchilla injertadora
- Bolsas plásticas
- Carretilla
- Bolsas transparentes
- Cernidor de tierra
- Bolsas de polietileno color negro tamaño 8 x 12 pulgadas (2kg)
- Sustrato (suelo fértil + superfosfato triple)
- Mochila
- Manguera

3.3.3. Material de escritorio.

- Cámara digital
- Libreta de campo
- Laptop.
- Lapiceros

3.4. Componentes en estudio

- Frutos de Carambola
 - Semillas de carambola
- Varas yemeras de carambola

- Varas yemeras
- Injertos
 - Tipo corteza: parche y yema
 - Tipo hendidura: Púa central, lateral y momia

3.5. Tratamientos en estudio

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T ₁	Injerto tipo Corteza Modalidad Yema o escudete
T ₂	Injerto tipo Corteza Modalidad Parche
T ₃	Injerto tipo Hendidura Modalidad Púa central
T ₄	Injerto tipo Hendidura Modalidad Púa lateral
T ₅	Injerto tipo Hendidura Modalidad Momia

3.6. Diseño Experimental:

El diseño experimental empleado en el trabajo de investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con un total de cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 15 unidades experimentales en cada repetición. Los promedios de los parámetros evaluados se sometieron a la prueba de análisis de variancia (F. tab. = 0.05) y la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) CALZADA (1982).

Cuadro 7. Modelo del análisis de variancia.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad
Tratamientos	4
Error experimental	15
Total	19

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la variable de respuesta, que corresponde a la unidad experimental que pertenece a la j-ésima repetición al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

I = 1, 2, ..., 5 (Tratamientos)

J = 1, 2, ..., 4 (Repeticiones)

3.7. Características del vivero experimental

3.7.2. Tratamientos

- Número de tratamientos: 5
- Largo: 0.75 m
- Ancho: 0.45 m
- Área: 0.38 m²

3.7.3. Repeticiones del tratamiento

- N° de repeticiones / tratamiento: 4
- N° de repeticiones en total: 20

3.7.4. Distanciamientos

- Distanciamiento entre tratamientos : 0.5 m
- Distanciamiento entre repeticiones : 0.10 m

3.7.5. Densidad de patrones

- N° de plantas por repetición : 15
- N° de plantas por tratamiento : 60
- N° de plantas por experimento : 300

3.7.6. Área total del experimento

- Largo : 5.75 m
- Ancho : 2 m
- Área total : 11.5 m²

3.8. Ejecución del experimento

3.8.2. Preparación del área experimental

Se realizó la limpieza y deshierbo de la cama del vivero que tiene como dimensiones 2 m x 10 m x 20 cm. Se mejoró el tinglado de tres metros de altura aproximadamente, esta infraestructura está construido de varillas de fierro de media pulgada y malla Raschell color verde con 50% de sombra para tener uniforme la entrada de luz y cuando llueva sea en partes iguales en todas las plantas, finalmente el área fue cerrada con malla de metal para impedir el ingreso de animales externos.

3.8.3. Preparación del sustrato y embolsado

Como componente del sustrato se usó tierra negra que fueron zarandeados para extraer o eliminar las piedras y/o elementos ajenos al componente. Posteriormente al sustrato se lo mezcló con 100 g de superfosfato triple y 100 g de sulfato de potasio por cada carretilla de suelo, para que ayude al enraizamiento de las plantas de carambola.

Para el embolsado se usó bolsas de polietileno de 8" x 12" x 0.02 mm color negro con 4 a 8 agujeros distribuidos en la base de la bolsa, esta actividad consistió en llenar la bolsa con el sustrato poco a poco, aplicando golpecitos a la bolsa contra el suelo, para que el sustrato se distribuya sin dejar espacios vacíos, asegurando una buena distribución y lograr la rigidez deseada, compactando la bolsa con la ayuda de una pequeña presión con los dedos, pero sin que esta presión sea demasiado fuerte que la haga demasiado compacta, lo que originaría el rompimiento de la bolsa durante el repique. Por último, se llenó un total de 320 bolsas que fueron colocados ordenadamente en las camas.

3.8.4. Obtención y selección de semillas

Las semillas se obtuvieron de árboles semilleros, seleccionados por sus características fenotípicas externas favorables, que presenta como árboles de porte alto, fuste recto y cilíndrico, robusto, buen follaje, con buena fructificación, etc., las que garantizan la calidad de las semillas. Se recolectó la semilla en época de maduración, de la Facultad de Agronomía.

A continuación, se seleccionan las semillas vanas (Improductivas) de las viables (semillas con poder germinativo), la metodología consiste en echar las semillas en un recipiente con agua, descartando las que flotan por ser estas

vanas, siendo las semillas viables con poder germinativo, aquellas que se mantienen en la profundidad del recipiente.

Estas semillas viables se sometieron a su secado durante 52 horas, en un ambiente bajo sombra y ventilado, si no se seca las semillas, se corre el riesgo de que se pudran, por la humedad que contienen las semillas frescas o pierden el poder germinativo o disminuyen la capacidad germinativa.

3.8.5. Germinación y siembra de la semilla

Antes de la germinación se realizó el proceso de viabilidad de semilla, observando en un recipiente con agua las semillas buenas y vanas; escogiendo las semillas buenas. La germinación y siembra se realizó directo al sustrato embolsado que consistió en hacer un pequeño orificio en el centro de la bolsa a una profundidad de 3 cm, se colocó el embrión en forma horizontal en el centro de la bolsa y se esperó 15 días para la germinación.

3.8.6. Labores culturales en el vivero

Las principales labores culturales que se tienen en cuenta para mantener estos viveros adecuadamente serán los siguientes:

- **Riego:** Se aplicó con un regador dos veces por semana para mantener húmedo el sustrato antes del injerto. Después de la injertación se realizó cada dos días para ayudar en el proceso de cicatrización y evitar que se seque.
- **Recalce:** Esta actividad se realizó por que algunas semillas no habían germinado.

- **Drenajes:** se hicieron al contorno del vivero, para eliminar el agua retenida y así evitar humedad y crecimiento de enfermedades.
- **Control de malezas:** Consistió en mantener libre de malezas el entorno del vivero, se eliminó en forma manual las plantas invasoras que compiten por los nutrientes y por agua con la planta deseada.
- **Aplicación de fertilizante:** se aplicó fertilizante manera uniforme al sustrato con 4 g/bolsa a los 60 días después
- **Sanidad preventiva.** Se aplicó fungicida Benomyl® de 250 ml para la prevención de hongos (pudrición) y un insecticida Matamidophos® de 250 ml para evitar la presencia de insectos que causen daño respectivamente.
- **Manejo de sombra.** Se usó malla Raschel de color verde con un porcentaje de sombra de 50% durante los 11 meses que duro el experimento.

3.8.7. Obtención y preparación de las varas yemeras

Las varas yemeras se obtuvieron de las plantas adultas de carambola que se encontraron en el fundo de la facultad de agronomía. La selección de las varas se realizó el mismo día de la injertación, haciendo uso de una tijera de podar, 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 para facilitar la

labor del injerto, que contengan como mínimo de 5 a 7 yemas con una longitud aproximadamente de 20 a 30 cm.

3.8.8. Injertación

La injertación se realizó cuando los plántones alcanzaron el mejor vigor, grosor y que se encontraron aptos para tal operación, estas características se observaron a los seis meses de edad y cuando ya tenían un diámetro aproximado de 1 cm.

A. Injerto tipo corteza modalidad parche

Se empezó realizando la limpieza de los patrones (eliminación de tierra) y el preparado de la vara yemera, después se procedió a eliminar las hojas; luego se realizó tres el corte de cortes uno horizontal y dos verticales a 30 cm de la superficie de suelo.

Después se procedió a la extracción de la yema o parche haciendo cuatro cortes: dos horizontales (1 cm) y dos verticales (2 cm); seguidamente se tomó el peciolo y con la punta del cuchillo se levantó la yema, la vara yemera tenía grosor similar al patrón; el tamaño del corte tanto en el patrón como en la vara se realizaron del mismo tamaño aproximadamente.

Una vez extraída la yema se colocó de inmediato en el patrón jalando suavemente la corteza de acuerdo a la longitud de la yema hasta introducirla por completo sin tocar la parte interior.

Una vez colocado el parche en el patrón, seguidamente se realiza al amarre o vendaje con la cinta plástica de 1.5 cm de ancho y 15 cm de largo cubriendo totalmente la corteza mas no la yema, presionando ligeramente para

impedir la entrada de humedad y posibles patógenos, el amarre se realizó de abajo hacia arriba.

B. Injerto tipo corteza modalidad yema o escudete

Se empezó realizando la limpieza de los patrones (eliminación de tierra) y el preparado de la vara yemera, y el preparado de la vara yemera, después se procedió a eliminar las hojas; luego se realizó el corte uno horizontal y uno vertical a 30 cm de la superficie de suelo formando así una T- Escudete.

Después se procedió a la extracción de la yema o parche haciendo cuatro cortes: dos horizontales (1 cm) y dos verticales (2 cm); seguidamente se tomó el peciolo y con la punta del cuchillo se levantó la yema, la vara yemera tenía grosor similar al patrón; el tamaño del corte tanto en el patrón como en la vara se realizaron del mismo tamaño aproximadamente.

Una vez extraída la yema se colocó de inmediato en el patrón jalando suavemente la corteza de acuerdo a la longitud de la yema hasta introducirla por completo sin tocar la parte interior.

Una vez colocado el parche en el patrón, seguidamente se realiza al amarre o vendaje con la cinta plástica de 1.5 cm de ancho y 15 cm de largo cubriendo totalmente la corteza mas no la yema, presionando ligeramente para impedir la entrada de humedad y posibles patógenos, el amarre se realizó de abajo hacia arriba.

C. Injerto tipo hendidura modalidad púa central

Se empezó realizando la limpieza de los patrones (eliminación de tierra) y el preparado de la vara yemera, se decapitó la parte aérea del patrón

dejando de dos a tres hojas por planta en la parte baja, luego se realizó el corte de 3 cm en la parte central, quedando la parte superior del tallo listo para recibir la púa.

Luego a una púa con tres yemas se realizó dos cortes laterales de 3 cm aproximadamente en el extremo inferior (posición de las varas) y opuestas, de manera que se forme la púa, este se introdujo en el tallo partido del patrón hasta la altura del bisel, haciendo coincidir las cortezas del patrón con la corteza de la púa.

Después se amarró con una bolsa de polietileno de 4 cm de ancho y 30.5 cm de largo, la unión de la púa y el patrón, seguidamente se cubrió el injerto con una cobertura plástica (bolsa de chupete) de 15 cm de largo aproximadamente el cual fue amarrado suavemente (para que permita el escape del agua producida por la deshidratación del material vegetal), también para evitar que las púas sean afectadas por el agua y ocasione la muerte del injerto.

D. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral

Se empezó realizando la limpieza de los patrones (eliminación de tierra) y el preparado de la vara yemera, se decapitó la parte aérea del patrón dejando de dos a tres hojas por planta en la parte baja, luego se cortó el patrón aproximadamente 5 cm en la parte lateral del patrón tratando de que no al sistema vascular.

Luego a una púa con tres yemas se realizó un corte transversal inclinado (bisel) de 2 cm aproximadamente, esta se introdujo en el tallo partido del patrón hasta la altura del bisel, haciendo coincidir la corteza del patrón con la corteza de la púa.

Después se amarró con una bolsita de polietileno (4 x 30.5 cm) la unión de la púa y el patrón, seguidamente se cubrió el injerto con una cobertura plástica (bolsa de chupete) de 15 cm de largo aproximadamente el cual fue amarrado suavemente (para que permita el del agua producida por la deshidratación del material vegetal),

E. Injerto tipo hendidura modalidad momia

Se empezó realizando la limpieza de los patrones (eliminación de tierra) y el preparado de la vara yemera, se decapitó la parte aérea del patrón para eliminar la dominancia apical, luego se cortó el patrón aproximadamente 3 cm en la parte lateral del patrón tratando de que no llegue al sistema vascular.

Luego a una vara yemera con tres yemas se realizó un corte transversal inclinado (bisel) de 2 cm aproximadamente, esta se introdujo en el tallo partido del patrón hasta la altura del bisel, haciendo coincidir la corteza del patrón con la corteza de la púa.

Después se amarró con una bolsa de polietileno de 4 cm de ancho y 30.5 cm de largo la unión de la púa y el patrón, la base de la púa se envuelve presionando ligeramente con una cinta para tenerla más tiempo atada, y la otra parte que no estaba en contacto con el tallo del patrón también se envolvió con otra cinta dando la apariencia de una momia.

F. Desembolsado y descintado de los injertos

El desembolsado se realizó para los injertos tipo púa modalidad: lateral y central a los 30 días de realizada la enjertación. El descintado se realizó para todos los injertos, pero en distintos momentos. Para el injerto tipo hendidura

modalidad momia se realizó a 30 días después de realizada la injertación, pero solo se descinto la parte que no estaba en contacto con el tallo del patrón; en cambio para los injertos de tipo corteza modalidad parche, escudete y tipo hendidura modalidad, púa: lateral y central se realizó el descintado a los 50 días de realizada la injertación.

3.9. Parámetros registrados del patrón

3.9.2. Crecimiento de la longitud del tallo

Se les realizó la medición cada dos meses con una regla graduada en cm tomando como medida la cicatriz cotiledonal que se encuentra casi a nivel del suelo (cuello de la planta) hasta el ápice de la yema terminal de la plántula.

3.9.3. Crecimiento del diámetro del tallo

Se les realizó la medición cada dos meses con un vernier digital, tomando como medida referencial la cicatriz cotiledonal que se encuentra casi a nivel del suelo (cuello de la planta).

3.9.4. Número de ramas

Se les realizó el conteo de ramas a simple vista cada dos meses después de la siembra

3.10. Variables registradas del injerto

3.10.2. Número de injertos prendidos por tratamiento

Se realizará el conteo de los injertos aproximadamente a los 30 días después de haber injertado. Consistirá en causar un raspado en la yema

con la ayuda de un cuchillo de injertar., para observar si esta verde o no; con este criterio se podrá determinar el prendimiento de los injertos en los seis tratamientos.

3.10.3. Número de yemas, púas prendidas, pero no brotadas (yemas veladas) por tratamiento

Se realizó a simple vista y conteo en dos fechas: para los injertos tipo hendidura modalidad púa lateral, central y momia a los 30 días de realizado el injerto, para los injertos tipo corteza modalidad parche y escudete a los 60 días de realizado el injerto ya que a los primeros 30 días no se observaba ninguna manifestación de estar prendida.

La cual consistió en causar una pequeña herida con un bisturí en la yema para los parches y escudetes; una pequeña herida en la púa para momias, púa central y lateral para observar si esta verde o no. Con este criterio se determinó la cantidad de injertos prendidos, pero no brotados.

3.10.4. Calculo del porcentaje de prendimiento por tratamiento

Para sacar el porcentaje de prendimiento se realizó el conteo de las unidades experimentales por tratamiento y se calculó a través la fórmula de ANANÍAS (2002).

Porcentaje de injertos prendidos (%IP):

$$\%IP = \frac{\text{Injertos prendidos}}{\text{Injertos realizados}} \times 100$$

3.10.5. Crecimiento de la longitud del tallo de los brotes

A las cinco plantas tomadas al azar anteriormente (patrón), se les realizó la medición mensualmente después de realizada la injertación por un periodo de cuatro meses, con una regla graduada en cm se midió desde la base hasta la parte apical del brote desarrollado. Cabe señalar que para el injerto tipo púa central, lateral y momia se midió la longitud de los brotes considerando tres brotes por injerto.

3.10.6. Crecimiento del diámetro del tallo de los brotes

A las cinco plantas tomadas al azar anteriormente (patrón), se les realizó la medición mensualmente después de realizada la injertación por un periodo de cuatro meses, con un vernier digital en cm se midió en la base de los brotes. Cabe señalar que para el injerto tipo púa lateral, central y momia se midió el diámetro de los brotes considerando tres brotes por injerto.

3.10.7. Crecimiento del número de ramas de los brotes

A las cinco plantas tomadas al azar anteriormente (patrón), se les realizó el conteo de ramas a simple vista mensualmente después de la injertación por un período de cuatro meses.

3.10.8. Área foliar de los brotes

Se realizó al finalizar el experimento, de las cinco plantas tomadas al azar anteriormente se sacrificó dos plantas por repetición teniendo así un total de 32 plantas para todos los tratamientos. Siguiendo a (PIRE y VALENZUELA, 1995) El área foliar, se obtuvo por el método de relación peso (área o del “sacabocado”) de 0.6 cm de diámetro (área = 0.29 cm²), a cada hoja de la muestra se le determinó su masa fresca, seguidamente, se calculó el área foliar de cada hoja, a través de la relación entre el peso fresco y el área unitaria del disco, así:

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

3.10.9. Peso fresco y peso seco de los brotes

El peso fresco (g) se realizó al final del experimento, se usó una balanza analítica para el cual se sacrificó dos plantas/tratamiento teniendo en total 32 plantas, de las cuales se eliminó todos los restos de tierra de las raíces y fueron pesadas en fresco (hojas, tallo y raíz).

Para el peso seco (g) a esas mismas plantas que se pesaron anteriormente se llevó a estufa a 70°C por 48 horas para ser secada completamente. Cabe mencionar que estos pesos se usaron para calcular el porcentaje de humedad, la formula según ANANIAS (2002) es:

$$\%H = \frac{PF - PS}{PF} \times 100$$

3.11. Análisis económico

Para determinar el costo total de la investigación se procedió a calcular los costos fijos y variables para producir plantones injertados de carambola.

Costo total (CT) = costo fijo + costo variable

Se calculó el costo por plantones injertados en base al costo total y la cantidad de plantas injertadas

$$C = \frac{CT}{Q}$$

C: Costo por plantones injertados

Q: cantidad de plantones

El precio de venta por plantones injertados de carambola se calculó con la siguiente fórmula para una rentabilidad de 15%.

$$P = C * \frac{100}{100 - R}$$

P: precio de venta

R: es la rentabilidad o el margen de ganancia.

Donde la rentabilidad debe ser un valor positivo y que va desde cero a 99.99 % (MELLADO, 2010).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características vegetativas del patrón

En el Cuadro 8 del análisis de variancia para los caracteres de diámetro, longitud y número de ramas del patrón antes de la injertación; se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que todos los tratamientos tuvieron un desarrollo homogéneo.

Cuadro 8. Resumen del análisis de variancia para diámetro del tallo (mm), longitud de planta (cm) y número de ramas del patrón antes de la injertación, a los seis meses.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Diámetro	Longitud	Nº de ramas
Tratamientos	4	0.0031 NS	2.0663 NS	4.6330 NS
Error experimental	15	0.0029	8.0848	2.9480
Total	19			
C.V. (%)		5.84	10.81	7.30

NS: no significativo

En el Cuadro 9 se presenta la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para las características de vigor del patrón a los seis meses de edad, en la cual alcanzaron las condiciones adecuadas de longitud y diámetro injertable. El coeficiente de variabilidad de longitud del patrón (10.81%), diámetro del patrón (5.84%) y número de ramas (7.30%) nos indican un estimado de excelente a muy buena homogeneidad de las características, lo que nos quiere decir que los patrones del experimento no fueron afectados considerablemente por factores externos en el desarrollo vegetativo de los mismos.

Cuadro 9. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el estudio de las características de diámetro (mm), longitud (cm) y número de ramas del patrón antes de la injertación, a los seis meses de edad.

Tratamientos	Características vegetativas del patrón		
	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Nº de ramas
T ₁	56.00 a	47.88 a	22.15 a
T ₂	52.00 a	47.95 a	23.80 a
T ₃	53.00 a	48.90 a	23.10 a
T ₄	50.00 a	49.38 a	23.45 a
T ₅	50.00 a	49.28 a	25.10 a
C.V. (%)	10.30	5.84	7.30

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de Púa central o yema terminal, T₄= Injerto de Púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

A los seis meses de edad los patrones de injertación de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) presentan mínimas variaciones, no existen diferencias estadísticas significativas en las características evaluadas, donde las plantas de los tratamientos T₃, T₄ y T₅ presentaron condiciones similares de crecimiento, existiendo una buena uniformidad en el desarrollo del patrón. El diámetro injertable del patrón para todos los tratamientos alcanzo un promedio de 52.2 mm, mientras que la longitud injertable promedio fue de 48.68 cm, con 22.52 ramas.

El desempeño vegetativo de las plantas observadas en el Cuadro 9, se representa en la Figura 5, donde podemos observar que existe homogeneidad y muy poca diferencia de los caracteres evaluados entre los patrones.

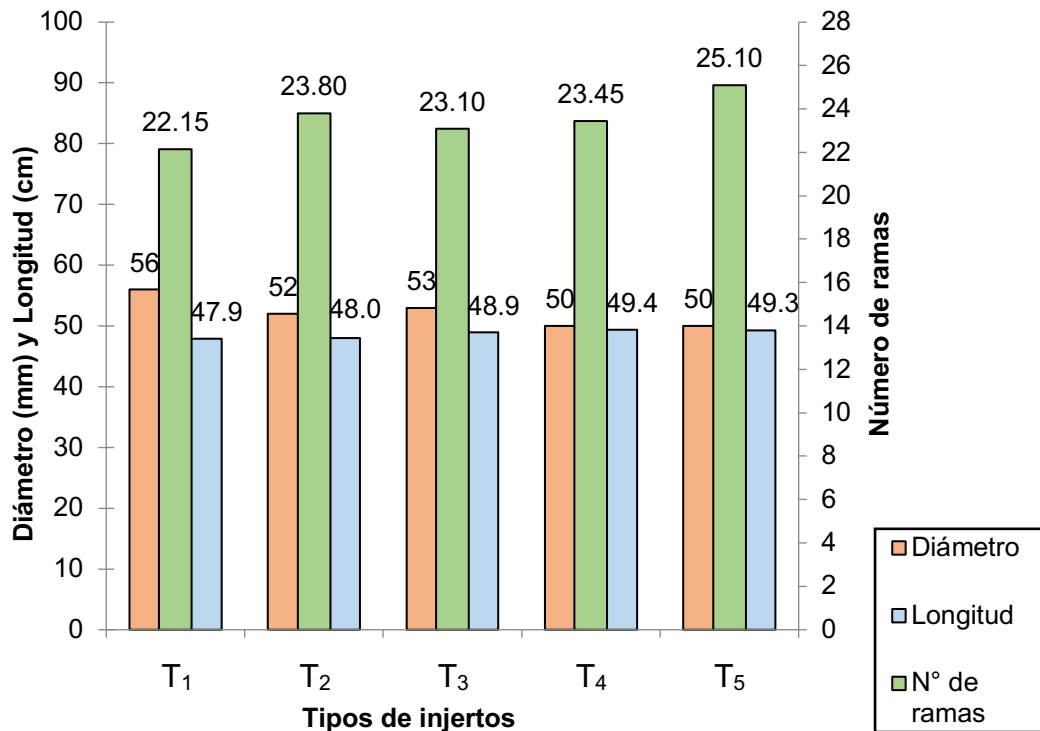


Figura 6. Crecimiento del diámetro, longitud y número de ramas del patrón

4.2. Características vegetativas después de la injertación

4.2.1. Número de yemas, púas prendidas brotadas y púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de variancia para el número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yemas, púas prendidas, pero no brotadas a los 30 días de haberse realizado la injertación, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo un desarrollo diferente de los caracteres evaluados.

Cuadro 10. Resumen del análisis de variancia para el número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yema, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Yemas, púas prendidas brotadas	Yemas, púas prendidas pero no brotadas	Total
Tratamientos	4	3.5836 S	1.7880 S	6.3730 S
Error experimental	15	0.1061	0.1479	0.0566
Total	19			

S: significativo

Tal como se observa en el cuadro 11 se entiende que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T₃, T₄ y T₅ para decir que alguno de estos tratamientos mencionados es mejor que otro en comparación con el T₁ y T₂; el T₁ (Injerto tipo corteza modalidad escudete) y el T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche) no es mejor que ninguno de los otros tratamientos porque con estos métodos no se tuvo éxito.

Comparando los resultados para las yemas, púas prendidas brotadas indica al método de injerto tipo hendidura modalidad púa central (T₃) como el tratamiento con el que se obtuvo mayor número de plantas prendidas y brotadas en comparación con los demás tratamientos, seguido del injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄), y por último el injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅). El éxito de la técnica de púa central estaría determinado por factores como la compatibilidad entre tejidos, condiciones fisiológicas del patrón, del injerto (vara yemera) y un adecuado manejo de las condiciones ambientales (CALABRESE, 2012).

Por otro lado, el uso de la bolsita probablemente haya garantizado una atmosfera de mayor temperatura y humedad, permitiendo un mayor estado de turgencia en las varas, que produce un aumento de actividad de los meristemas y por consiguiente mayor manifestación de número de brotes (HARTMANN y KESTER, 1990; LORIA, 2005).

Cuadro 11. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los tipos de injertos el número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación. (Datos transformados)

Tratamientos	Brotación (N° de plantas)		
	Yemas, púas prendidas brotadas	Yemas, púas prendidas pero no brotadas	Total
T ₁	1.00 b	1.00 b	1.00 b
T ₂	1.00 b	1.00 b	1.00 b
T ₃	2.66 a	2.61 a	3.64 a
T ₄	2.43 a	1.81 a	2.89 a
T ₅	2.98 a	1.54 a	3.23 a
C.V. (%)	16.17	24.17	10.17

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de Púa central o yema terminal, T₄= Injerto de Púa lateral, T₅= Injerto tipo momia

Comparando los resultados para las yemas, púas prendidas, pero no brotadas nos indica que el (T₃) es diferente al resto de los tratamientos porque tiene mayor número de injertos no brotados en comparación con el (T₄) y (T₅).

En cuanto al número de plantas brotadas y al porcentaje de prendimiento que fue calculado con la formula mencionada en la metodología el que tuvo mayor número de plantas prendidas y mayor porcentaje de prendimiento fue el injerto tipo hendidura modalidad púa central (T₃) con 49 y un

82% respectivamente, seguido del injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅) con 38 y un 63% respectivamente y por ultimo al injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄) con 30 y un 50%; según HARTMANN y KESTER (1990) se logró mayor número de plantas brotadas para el injerto tipo hendidura modalidad púa central en comparación al injerto tipo hendidura modalidad púa lateral, esto probablemente se deba a que con la modalidad púa central haya garantizado una unión más firme con una mayor área de contacto en la zona del cambium, permitiendo con ello un mayor movimiento de la savia del patrón al injerto.

Según (PEREZ, 2017) para obtener estos resultados se tuvo en cuenta al total de yemas, púas prendidas brotadas y prendidas, pero no brotadas ya que estas se encuentran vivas, pero en estado de reposo. Según estos resultados podemos afirmar que los injertos que tienen mayor superficie de tejido y contacto entre patrón e injerto como es el caso del injerto tipo hendidura modalidad púa central (T₃) y del injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅) alcanzaron mayor prendimiento y brotamiento; en cambio existe una contradicción para el injerto tipo corteza modalidad escudete (T₁) y el injerto tipo corteza modalidad parche (T₂) ya que estas modalidades también tienen una buena cantidad de tejido más aun el (T₁) tiene tejido leñoso y no se obtuvo ningún injerto prendido ni brotado; porque realizamos el injerto tipo corteza modalidad escudete con los cortes de T invertida, lo que disminuyó el flujo de savia y agua provenientes de las raíces hacia la parte distal superior (zona de injertación); en el caso del injerto tipo corteza modalidad parche quizá no hubo ningún injerto prendido ni brotado porque la carambola es una especie que contiene muy poca savia quizá eso impidió el flujo correcto de la savia teniendo una oxidación muy rápida del cambium.

El coeficiente de variabilidad para las yemas, púas prendidas brotadas (16.17%) y para las yemas, púas prendidas pero no brotadas (24.17%) nos indican un estimado de buena a regular homogeneidad, lo que nos quiere decir que factores externos como la lluvia, el sol, etc. influyeron en el brotamiento de las yemas y púas.

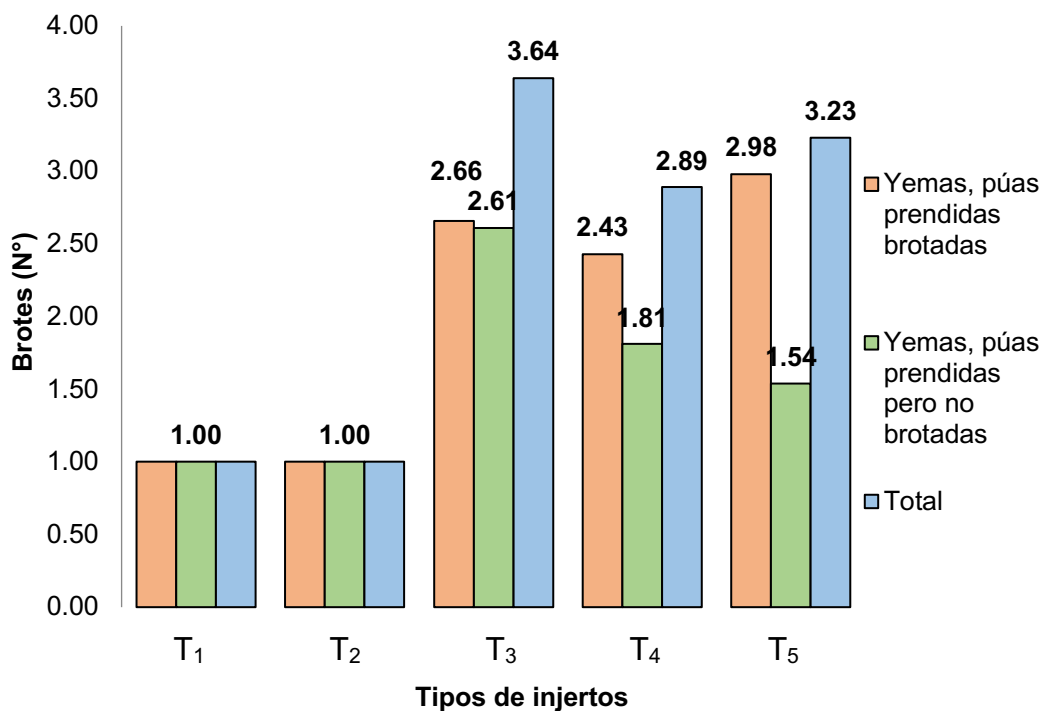


Figura 7. Comparación del número de yemas, púas prendidas brotadas y del número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación.

El número de yemas, púas prendidas brotadas y yemas, púas prendidas, pero no brotadas a los 30 días, se representa en la Figura 6, donde podemos observar diferencias significativas específicas en el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central.

4.2.2. Número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación

En el Cuadro 12 se presenta el análisis de variancia para el número de injertos muertos a los 30 y 120 días, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo un mayor número de injertos muertos.

Cuadro 12. Resumen del análisis de variancia para el número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Injertos muertos a los 30 días	Injertos muertos a los 120 días	Total
Tratamientos	4	2.9910 S	1.2172 S	4.8153 S
Error experimental	15	0.0843	0.0541	0.0699
Total	19			

S: significativo

El número de injertos muertos se presentan en el Cuadro 13, donde el número de injertos muertos a los 30 días indican que el (T₄) y (T₅) son diferentes al resto de los tratamientos porque tienen mayor número de injertos muertos, en cambio el (T₃) tiene menor número de injertos muertos en comparación con los tratamientos mencionados anteriormente. En cambio, a los 120 días se observa que los mismos tratamientos mencionados a los 30 días son los que tienen mayor y menor número de injertos muertos respectivamente; (T₁) injerto tipo corteza modalidad escudete y (T₂) injerto tipo corteza modalidad parche no tuvieron ningún injerto muerto porque estas dos modalidades de injertos no resultaron y están demostrados con resultados estadísticos diferentes a los demás.

Cuadro 13. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamientos	Injertos muertos					
	A los 30 días		A los 120 días		Total	
T ₁	1.00	c	1.00	c	1.00	c
T ₂	1.00	c	1.00	c	1.00	c
T ₃	1.93	b	1.21	b	2.04	b
T ₄	2.89	a	1.39	b	3.06	a
T ₅	2.53	a	2.33	a	3.32	a
C.V. (%)	15.53		16.81		12.70	

Teniendo al final del experimento un total de 207 injertos muertos entre todos los tratamientos siendo con mayor número de injertos muertos el injerto tipo hendidura modalidad momia con 40, seguido del injerto tipo hendidura modalidad púa lateral con 34 y siendo el de menor número de injertos muertos el injerto tipo hendidura modalidad púa central con 13; del mismo modo se contabilizo el número total de injertos vivos siendo inferior al número de injertos muertos con 93 que viene a ser la diferencia del total de injertos realizados; sumando en total 300 entre vivos y muertos que es el total de injertos realizados.

En los resultados de mortalidad de los tipos y modalidades de injertos realizados pueden estar influenciados por condiciones de escasez de agua en el sustrato, y por consiguiente los tejidos internos de la planta no tuvieron la facilidad para unirse con las varas yemas a injertar debido a que las células tiernas del parénquima no pueden resistir la desecación ante la disminución de la humedad; Guillermo (1990), citado por PEREZ (2017). También podemos atribuir al momento biológico de las plantas que influyó en la unión, por lo tanto, las plantas deben estar en su fase activa (HARTMANN y KESTER, 1990). Asimismo, hay referencias que el tiempo de separación de las varas yemas de la planta madre no deben exceder de las 24 horas, debido a la disminución del vigor de las yemas en función del tiempo (PAREDES, 2003).

En este trabajo de investigación se puede afirmar que la mayor cantidad de injertos muertos ocurre los primeros 30 días realizado la injertación, por la excesiva humedad. En el periodo de tiempo desde la injertación hasta la primera evaluación se obtuvo el máximo porcentaje humedad del año 2017, 85% de humedad relativa (ver Cuadro 5) y posiblemente la mala práctica de injertación (no se tuvieron los cuidados del caso para tal operación).

El coeficiente de variabilidad para los injertos muertos a los a los 30 días (15.53%) y 120 días (16.81%) nos indican un estimado de buena homogeneidad, lo que nos quiere decir que factores externos como la lluvia, el sol, etc. Influyeron en la cantidad de injertos muertos.

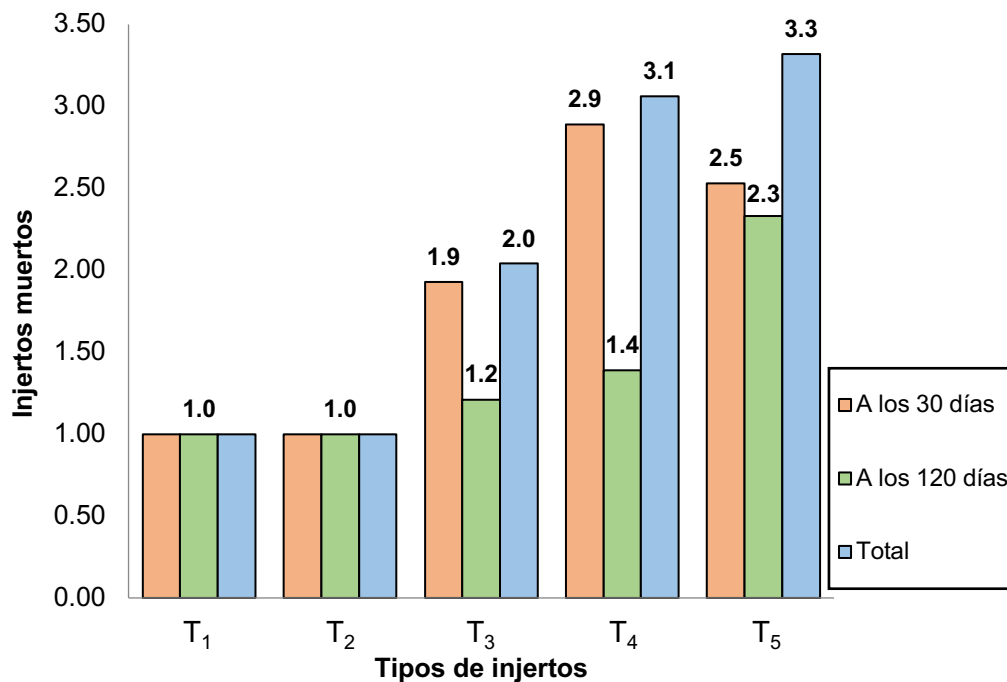


Figura 8. Comparación del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación.

En la Figura 8 se puede observar el número de injertos muertos a los 30 y 120 días, hay diferencias significativas específicas que existen entre los tipos de injertos realizados en el experimento, donde se aprecia claramente que el T₄ y T₅ tuvo mayor número de injertos muertos a los 30 y 120 días respectivamente; teniendo menor número de injertos muertos a los 30 y 120 el T₃.

4.2.3. Crecimiento del diámetro de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de la injertación

En el Cuadro 14 se presenta el análisis de variancia para el diámetro del injerto a los 30, 60, 90 y 120 días de la injertación, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante los

cuatro periodos de evaluación, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo mayor desarrollo del diámetro en comparación con los demás.

Cuadro 14. Resumen del análisis de variancia para el diámetro (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios			
		A los 30 días	A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	4	0.2308 S	0.5002 S	0.6293 S	0.2874 S
Error experimental	15	0.0029	0.0051	0.0072	0.0073
Total	19				

S: significativo

El análisis de la vigorosidad de los injertos también se realizó en función del diámetro del brote del injerto como se muestra en el Cuadro 15, el cual representa una estimación del engrosamiento del injerto. En el diámetro se puede notar diferencias estadísticas entre los tipos de injertos a los 30, 60, 90 y a los 120 días en los mismos tratamientos, del mismo modo se ve que va en aumento sucesivamente a excepción de (T₁) y (T₂) los cuales no tuvieron prendimiento por consiguiente no se midió el diámetro.

El diámetro del injerto fue significativamente mayor en un tratamiento (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central, tanto que nota la diferencia más claramente a los 120 días, seguido del (T₄) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral sin embargo estos dos tipos de injertos se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de facilidad en el corte, de rápida ejecución y tiempos relativamente cortos para la injertación; es por eso que el mayor desarrollo del diámetro del brote se puede obtener realizando el método del injerto tipo púa central LORIA (2005). Esto se constata en la investigación por que el tipo de

injerto de hendidura terminal (púa central), es el que ha mostrado mayor vigorosidad debido a la cantidad de reservas que se presentan en la vareta.

Cuadro 15. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el diámetro de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados).

Tratamientos	Diámetro del injerto (cm)							
	A los 30 días		A los 60 días		A los 90 días		A los 120 días	
T ₁	1.00	b	1.00	b	1.00	b	1.00	b
T ₂	1.00	b	1.00	b	1.00	b	1.00	b
T ₃	1.51	a	1.73	a	1.83	a	2.01	a
T ₄	1.34	a	1.62	a	1.63	a	1.71	a
T ₅	1.43	a	1.57	a	1.68	a	1.67	a
C.V. (%)	4.31		5.18		5.93		5.80	

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

El diámetro del injerto fue significativamente mayor en un tratamiento (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central, tanto que nota la diferencia más claramente a los 120 días, seguido del (T₄) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral sin embargo estos dos tipos de injertos se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de facilidad en el corte, de rápida ejecución y tiempos relativamente cortos para la injertación; es por eso que el mayor desarrollo del diámetro del brote se puede obtener realizando el método del injerto tipo púa central LORIA (2005). Esto se constata en la investigación por que el tipo de injerto de hendidura terminal (púa central), es el que ha mostrado mayor vigorosidad debido a la cantidad de reservas que se presentan en la vareta.

Además, cuando se trabaja con el injerto tipo hendidura terminal (púa central), las posibilidades de que el cambium del patrón entre en contacto

con el cambium de la vareta son mayores, tanto por los puntos de contacto, como por la posibilidad de que el corte longitudinal permita no encontrar la barrera física de tejido suberizado (presente en el injerto de yema en escudete, donde el corte realizado es lateral) a ese aspecto se le atribuye los buenos resultados obtenidos con el (T₃) en este experimento.

El coeficiente de variabilidad para 30 días (4.31%), para 60 días (5.18%), para 90 días (5.93%) y para 120 días (5.80%) nos indican un estimado de excelente homogeneidad, lo cual indican que los diámetros de los injertos engrosaron todos de manera homogénea.

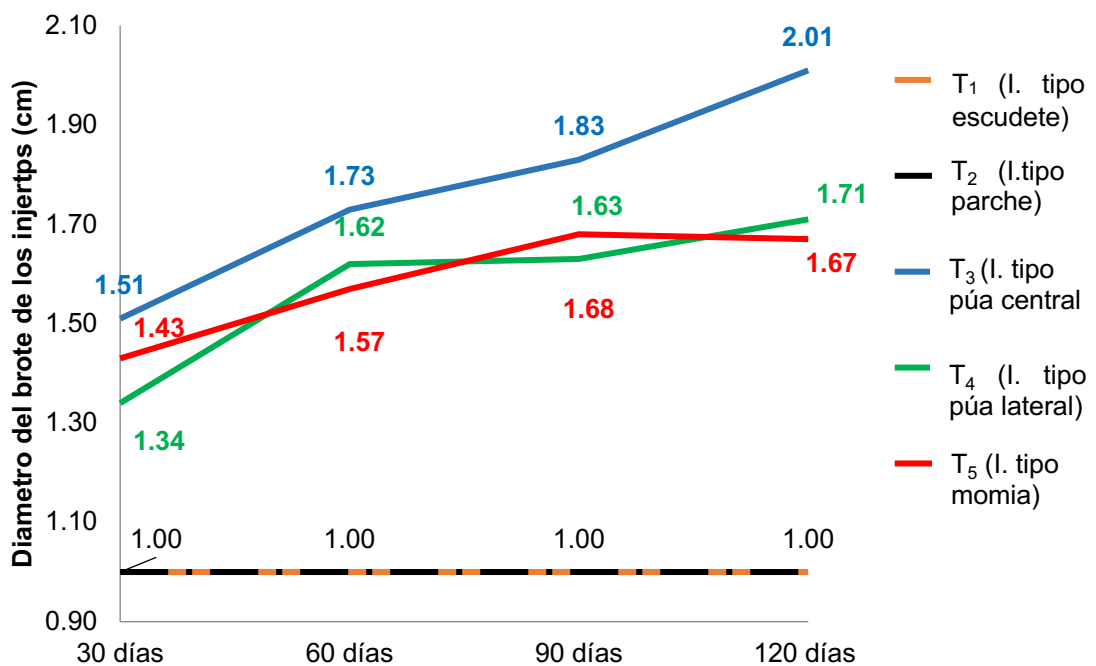


Figura 9. Crecimiento del diámetro del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación

El diámetro (cm) de los tipos de injertos a los 30, 60, 90 y 120 días observados en el Cuadro 15, se representa en la Figura 8 en la cual se puede apreciar la gran diferencia en el crecimiento del diámetro de todos los tratamientos en comparación con el tratamiento uno y dos que es el injerto tipo corteza modalidad escudete y modalidad parche los cuales no tuvieron crecimiento durante en el periodo de evaluación.

4.2.4. Crecimiento en longitud de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días

En el Cuadro 16 se presenta el análisis de variancia para la longitud del injerto a los 30, 60, 90 y 120 días después de la injertación, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante los cuatro periodos de evaluación, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo mayor desarrollo de la longitud en comparación con los demás.

Cuadro 16. Resumen del análisis de variancia para la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios			
		A los 30 días	A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	4	1.1132 S	3.3044 S	4.0032 S	6.5493 S
Error experimental	15	0.0310	0.1743	0.1498	0.2586
Total	19				

S: significativo

En el Cuadro 17 se muestran los promedios del crecimiento mensual de los brotes del injerto, evaluando a partir de los 30 días después de la injertación.

Estos presentaron diferentes intensidades de crecimiento, de acuerdo al tipo de injerto se puede destacar notoriamente al de mayor crecimiento el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central en comparación con el de menor crecimiento el (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia, estas diferencias significativas se pudieron observar claramente a los 30, 60, 90 y 120 días después de la injertación.

Cuadro 17. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la longitud de injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamientos	Longitud del injerto (cm)							
	A los 30 días		A los 60 días		A los 90 días		A los 120 días	
T ₁	1.00	c	1.00	c	1.00	c	1.00	c
T ₂	1.00	c	1.00	c	1.00	c	1.00	c
T ₃	2.15	b	2.99	b	3.26	b	4.01	b
T ₄	1.53	a	2.48	b	2.52	a	2.68	a
T ₅	1.55	a	2.33	a	2.57	a	2.65	a
C.V. (%)	11.29		21.31		19.05		22.44	

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

Según PEREZ (2017), en el crecimiento y desarrollo de los brotes se tiene en cuenta las condiciones ambientales donde se realiza el estudio y la constitución genética de las varas, por lo anterior se afirma que los factores ambientales como clima, precipitación y humedad relativa que se muestran en el cuadro 5 fue favorable para el (T₃) por tal motivo el crecimiento en longitud es

superior en comparación con T₄ y T₅, además VIDAL y ZUÑIGA (1995), mencionan que la diferencia en cuanto a crecimiento en longitud de brotes son varietales y pueden depender de la capacidad de adaptación de la planta para desarrollarse ante ciertas condiciones de clima y suelo. La mayor longitud se obtuvo con el injerto tipo hendidura modalidad púa central (2.01 cm), seguida la modalidad púa lateral (1.71 cm) y por último la modalidad momia (1.67 cm).

El coeficiente de variabilidad para 30 días (11.29%), para 60 días (21.31%), para 90 días (19.05%) y para 120 días (22.44%) que nos indican un estimado de muy buena a regular homogeneidad, los tipos de injertos crecieron de manera homogénea sin ser afectados por factores externos con gran magnitud y en porcentaje muy bajo.

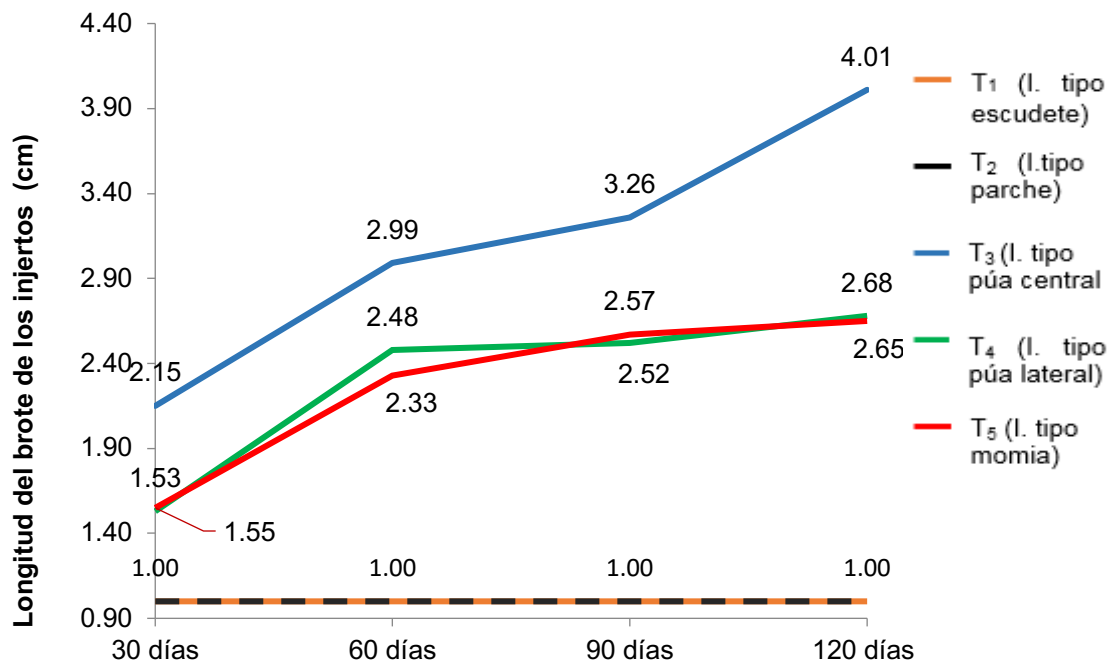


Figura 10. Crecimiento de la longitud del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación

En la Figura 9 se representa la diferencia en el crecimiento de la longitud de todos los tratamientos en comparación con el tratamiento uno y dos que son los injertos tipo corteza modalidad escudete y parche los cuales no tuvieron crecimiento durante todo el tiempo que duro el experimento.

4.2.5. Crecimiento del número de ramas del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de la injertación

En el Cuadro 18 se presenta el análisis de variancia para el número de ramas del injerto a los 30, 60, 90 y 120 días después de la injertación donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante los cuatro periodos de evaluación, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo mayor número de ramas en comparación con los demás.

Cuadro 18.Resumen del análisis de variancia para el número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios			
		A los 30 días	A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	4	0.6838 S	1.7763 S	2.0964 S	2.6527 S
Error experimental	15	0.0021	0.0342	0.0325	0.0950
Total	19				

S: significativo

En el Cuadro 19 se observa que el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central tuvo significativamente mayor número de ramas por injerto (1.84, 2.40, 2.53 y 2.99 ramas) por lo tanto también tuvo mayor número de hojas en comparación al (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia que es

el que tuvo menor número de ramas por injerto (1.77, 1.77, 1.80 y 1.99 ramas) y por lo tanto también menor número de hojas, el cual a los 30 y 60 días de realizada la injertación mantuvo el número de ramas sin tener ningún aumento tal como se observa en el Cuadro 18; a partir de los 90 y 120 días el T₅ tuvo aumento en número de ramas pero igual fue el menor en comparación con los demás.

Lo que se observa claramente en el Cuadro 19, es que a los 90 y 120 días de haber injertado se observa que existe un mayor número de hojas en comparación a los 30 y 60 días esto posiblemente se deba a la aplicación de fuente de micronutrientes (Mg, Z, B, etc.) importantes en el crecimiento y desarrollo de las hojas.

Cuadro 19. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamientos	Número de ramas del injerto							
	A los 30 días		A los 60 días		A los 90 días		A los 120 días	
T ₁	1.00	b	1.00	b	1.00	b	1.00	b
T ₂	1.00	b	1.00	b	1.00	b	1.00	b
T ₃	1.84	a	2.40	a	2.53	a	2.99	a
T ₄	1.60	a	2.09	a	2.29	a	2.29	a
T ₅	1.77	a	1.77	a	1.80	a	1.99	a
C.V. (%)	3.19		10.78		10.19		17.14	

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

El mayor número de ramas con el injerto tipo hendidura modalidad púa central se atribuye al buen desempeño de la planta patrón, a las buenas

condiciones de unión patrón - injerto y al mayor número de injertos prendidos y brotados con el uso de esta técnica.

El coeficiente de variabilidad para 30 días (3.19%), para 60 días (10.78%), para 90 días (10.19%) y para 120 días (17.14%) nos indican un estimado de muy buena a buena homogeneidad, a excepción para los 30 días que nos indican un estimado de excelente homogeneidad que quiere decir que los tipos de injertos tuvieron diferente número de ramas a causa de la pérdida de algunas de ellas por diferentes causas (insectos, pudrición, exceso de humedad, etc); a excepción del (T₁) y (T₂) injerto tipo corteza modalidad escudete y parche, los cuales nunca brotaron por lo tanto no se pudo contabilizar el número de ramas.

El número de ramas en relación al Cuadro 19, para los tipos de injertos en estudio se presenta en la Figura 10. Donde se puede apreciar que la aparición de ramas aumentó progresivamente de acuerdo que fueron pasando los días de realizada la injertación. También se puede apreciar la gran diferencia en el crecimiento de número de ramas de todos los tratamientos en comparación con el tratamiento uno y dos que son los injertos tipo corteza modalidad escudete y parche los cuales no tuvieron crecimiento durante todo el tiempo que duro el experimento.

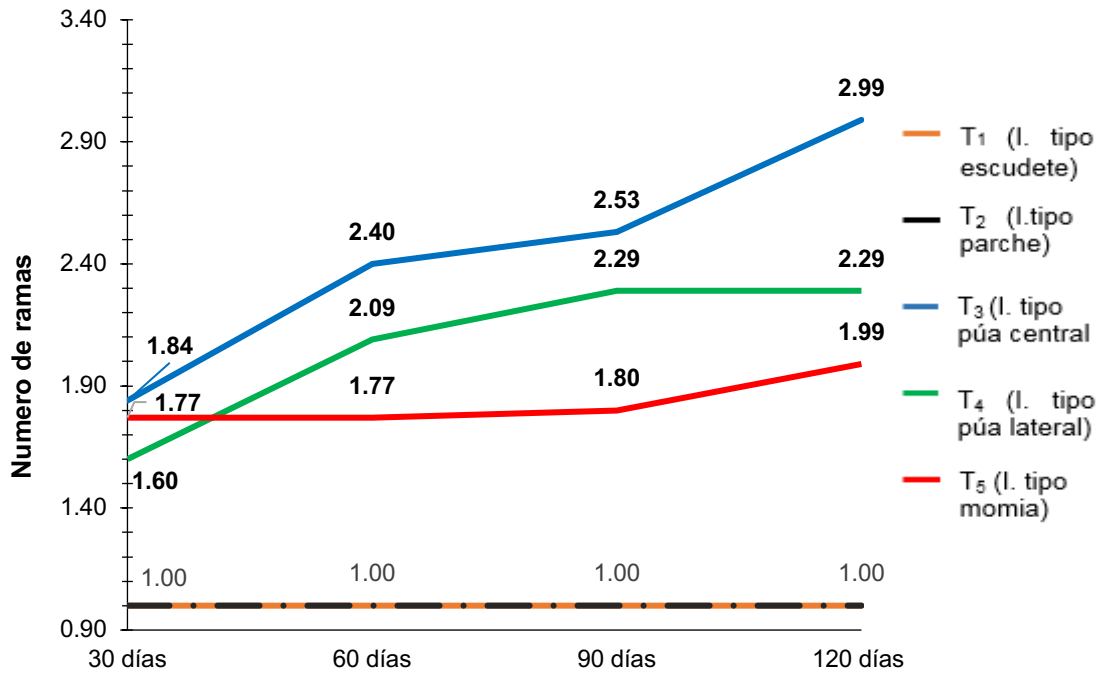


Figura 11. Incremento del número de ramas del brote de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación

4.2.6. Área foliar del injerto a la última evaluación

En el Cuadro 20 se presenta el análisis de variancia para el área foliar del injerto (cm²) a la última evaluación, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo una mayor área foliar en comparación con los demás al finalizado el experimento.

Cuadro 20. Resumen del análisis de variancia del área foliar (cm²) del injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios
Tratamientos	4	389.12 S
Error experimental	15	1.3343
Total	19	

S: significativo

En el Cuadro 21 se observa que existe homogeneidad en los resultados del área foliar del injerto, siendo significativamente mayor el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central y alcanzó el 22.91 cm², seguido por el (T₄) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral con 17.08 cm², presentando el menor valor el (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia con 14.28 cm². Tal como se puede ver las diferencias son mínimas entre cada tratamiento.

Cuadro 21. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del área foliar del injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Tratamientos	Área foliar (cm ²)
T ₁	1.00 b
T ₂	1.00 b
T ₃	22.91 a
T ₄	17.08 a
T ₅	14.26 a
C.V. (%)	10.27

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

La mayor área foliar obtenida con el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central se atribuye al buen desempeño de la planta patrón, a las buenas condiciones del suelo, el ambiente y a las mejores brotaciones con el uso de esta técnica. PAREDES (2003), indica que la cantidad y buen desarrollo del número de hojas, están relacionadas directamente al uso de sombra y PUENTE (2009) menciona que el área foliar es el factor que determina la diferencia en el rendimiento y la asimilación neta de nutrientes. Todos los cultivos tanto anuales como perennes, tienen ciclos de vida afectados por factores del ambiente y el fotoperiodo; a lo largo de ese ciclo de vida la cantidad de área foliar activa varía enormemente así como la eficiencia en el uso de luz (DOGLIOTTI,

S.f). Entonces decimos que el porcentaje de sombra, sustrato, micronutrientes usada en este trabajo de investigación fue la adecuada para el desarrollo de las hojas de las plantas de carambola.

El coeficiente de variabilidad del área foliar (10.27%), que nos indican un estimado de muy buena homogeneidad, estando este valor dentro del rango aceptable se dice que fue alto porque las hojas de las plantas fueron afectados por factores externos causando la muerte en algunas de ellas en plena etapa de crecimiento en el vivero.

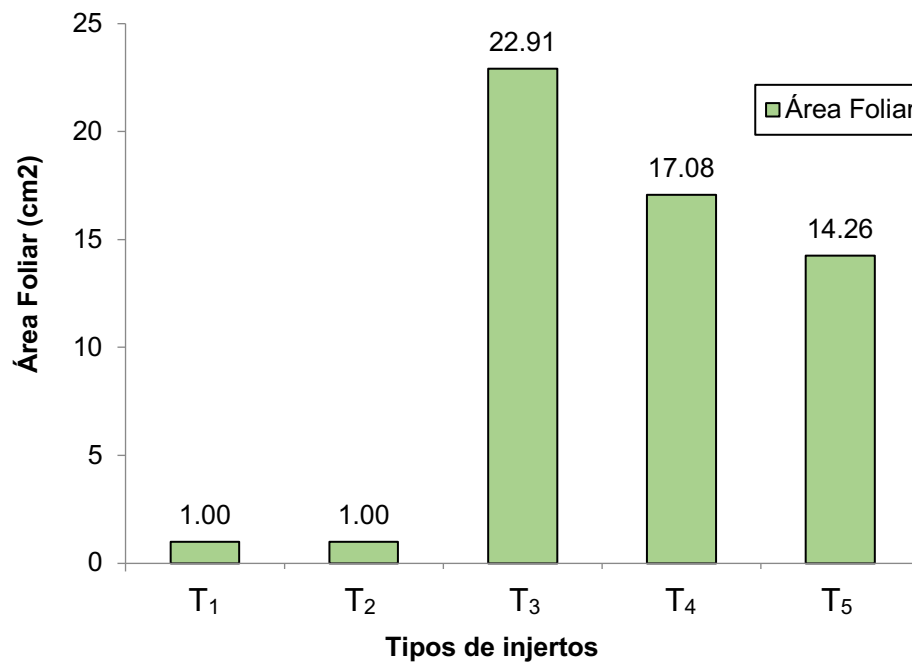


Figura 12. Comparación del área foliar del brote del injerto a la última evaluación.

El área foliar (cm²) de los tipos de injertos a la última evaluación observados en el Cuadro 21, se representa en la Figura 12. Donde se observa claramente que el T₃ fue quien presento mayor área foliar en comparación con

los demás y fue el tratamiento que tuvo mayor crecimiento de hojas por todo el tiempo que duro el experimento.

Asimismo, la mayor área foliar permitió a los injertos un incremento en la producción de materia seca (biomasa), debido a una mejor intercepción de la radiación solar por lo tanto el injerto que obtuvo mayor área foliar (cm²) también obtuvo mayor producción de materia seca y ese es el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central lo cual se puede verificar en los Cuadros 21 y 23.

También hay una relación directa entre el mayor número de ramas con el mayor área foliar por injerto en el T₃

4.2.7. Peso fresco del patrón e injerto a la última evaluación.

En el Cuadro 22 se presenta el análisis de variancia para el peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación, donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo mayor peso fresco en comparación con los demás al finalizar el experimento.

Cuadro 22. Resumen del análisis de variancia para el peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Patrón	Injerto	Total
Tratamientos	4	8.4185 S	25.2276 S	37.4110 S
Error experimental	15	0.0779	0.3829	0.3538
Total	19			

S: significativo

En el Cuadro 23 se observa que existe homogeneidad en el peso fresco de los patrones siendo el de mayor peso del patrón al (T₃) injerto tipo

hendidura modalidad púa central con 4.37 g y el de menor peso al (T₄) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral 2.95 g, en cambio para el peso fresco del injerto existe homogeneidad siendo de mayor peso el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 7.09 g y el de menor peso al (T₅) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral con 3.45 g, en cuanto al peso fresco total (patrón + injerto) se observa claramente el de mayor peso se sigue manteniendo el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 8.26 g y al de menor peso al (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia con 4.75 g tratamientos que concuerdan con el peso mayor y menor del injerto.

Cuadro 23. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso fresco de patrón e injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Tratamientos	Peso fresco (g)					
	Patrón		Injerto		Total	
T ₁	1.00	c	1.00	c	1.00	C
T ₂	1.00	c	1.00	c	1.00	C
T ₃	4.37	b	7.09	b	8.26	B
T ₄	2.95	a	3.82	a	4.83	a
T ₅	3.00	a	3.45	a	4.75	a
C.V. (%)	11.34		18.92		14.99	

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

Según BOGANTES y MORA (2010) La acumulación de biomasa está relacionada con una mayor producción de hojas y una mayor área foliar. Los injertos con mayor número de ramas y mayor área foliar en los tratamientos de evaluados en esta investigación fueron los que alcanzaron un mayor peso fresco al final de la evaluación.

El coeficiente de variabilidad para el peso fresco del patrón (11.34%), para el injerto (18.92%) y para el peso fresco total (14.99%), nos indican un estimado de muy buena a buena homogeneidad, que nos quiere decir que los factores externos no afectaron considerablemente en el desarrollo de las plantas manteniendo uniformidad en los pesos.

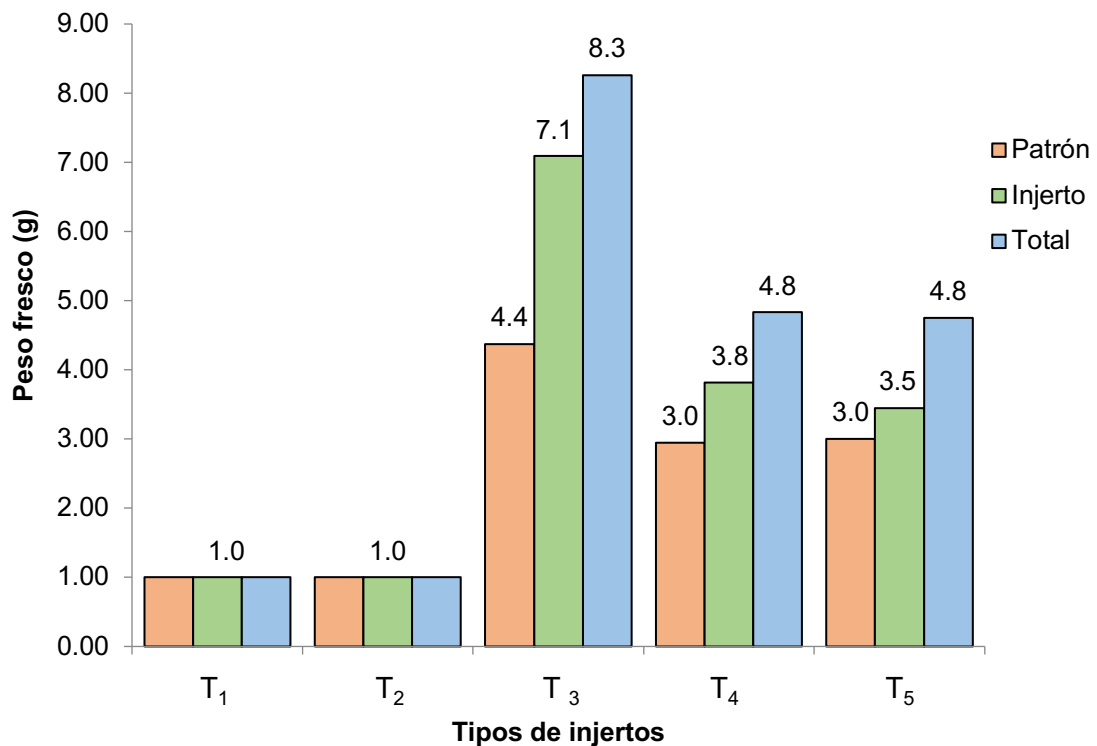


Figura 13. Comparación del peso fresco del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento.

El peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación observadas en el Cuadro 22, se representa en la Figura 13, donde se puede apreciar que el T₃ tuvo mayor peso fresco del patrón y del injerto; y el que tuvo menor peso del patrón fue el T₄ y el T₅ del injerto; en comparación con los demás tal como se observa el T₁ y T₂ son los que no tuvieron ningún crecimiento porque nunca brotaron.

4.2.8. Peso seco del patrón e injerto a la última evaluación

En el Cuadro 24 se presenta el análisis de variancia para el peso seco (g) del patrón e injerto a la última evaluación, donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tipo de injerto tuvo mayor peso seco en comparación con los demás al finalizar el experimento.

Cuadro 24. Resumen del análisis de variancia para el peso seco (g) del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento. (Datos transformados)

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Patrón	Injerto	Total
Tratamientos	4	2.2056 S	6.5388 S	10.2543 S
Error experimental	15	0.0195	0.0827	0.1024
Total	19			

S: significativo

En el Cuadro 25 se observa que existe homogeneidad en el peso seco de los patrones siendo el de mayor peso del patrón el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 2.74 g y el de menor peso al (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia con 1.97 g, en cambio para el peso seco del injerto también existe homogeneidad siendo el de mayor peso el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 4.10 g y el de menor peso al (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia con 2.28 g y en cuanto al peso seco total (patrón + injerto) se observa claramente el de mayor peso al (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 4.83 g y al de menor peso al (T₅) injerto

tipo hendidura modalidad momia con 2.84 g tratamientos que concuerdan con el peso mayor y menor del patrón.

Cuadro 25. Resumen de la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el peso seco del patrón e injerto al final de la evaluación del experimento. (Datos transformados)

Tratamientos	Peso seco (g)		
	Patrón	Injerto	Total
T ₁	1.00 a	1.00 a	1.00 a
T ₂	1.00 B	1.00 b	1.00 b
T ₃	2.74 a	4.10 a	4.83 a
T ₄	1.98 a	2.43 a	2.96 a
T ₅	1.97 a	2.28 a	2.84 a
C.V. (%)	8.03	13.31	12.67

T₁= Injerto tipo parche, T₂= Injerto tipo escudete, T₃= Injerto de púa central o yema terminal, T₄= Injerto de púa lateral o de aproximación, T₅= Injerto tipo momia

La biomasa se refiere a que las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica, su acumulación dependerá del mayor número de hojas y mayor área foliar. Tal como se observó anteriormente en el Cuadro 25; los tratamientos que obtuvieron mayor y menor peso seco fueron los mismos tratamientos que obtuvieron el mayor y menor peso fresco por lo tanto existe una relación directa entre peso fresco-seco.

La composición de materia seca y porcentaje de humedad para la Carambola, el 70% de la composición del injerto y patrón constituye el porcentaje de humedad y el 30% representa la materia seca, siendo el de mayor porcentaje de materia seca el (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 68% y

el de menor porcentaje el (T₁) injerto tipo hendidura modalidad momia con 67%. Así mismo la mayor área foliar permitió a los injertos un incremento en la producción de materia seca, debido a una mejor interceptación de la radiación solar.

El coeficiente de variabilidad para el peso seco del patrón (8.03%), injerto (13.31%) y para el peso seco total (12.67%), que nos indican un estimado de muy buena homogeneidad.

El peso seco (g) del patrón e injerto de los tipos de injertos a la última evaluación observados en el Cuadro 25, se representa en la Figura 13. Donde se puede apreciar que el T₃ fue quien tuvo mayor peso seco del patrón y del injerto; y el que tuvo menor peso seco del patrón e injerto fue el T₅; en comparación con los demás tal como se observa el T₁ y T₂ fueron los que tuvieron menor peso porque estos no tuvieron ningún crecimiento.

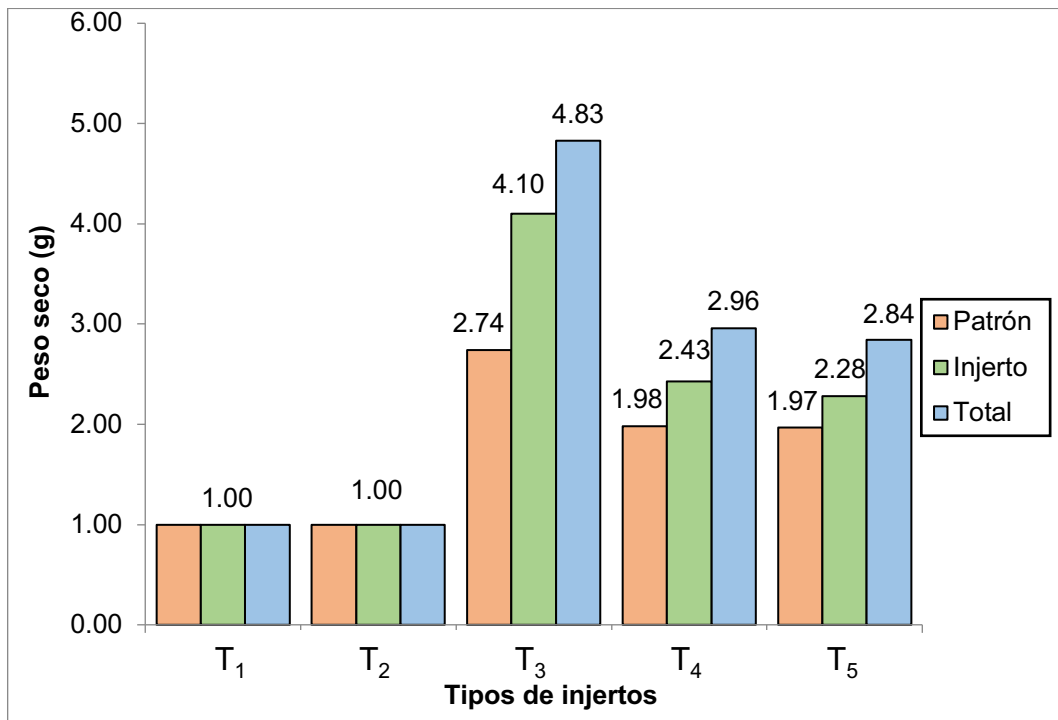


Figura 14. Peso seco del patrón e injerto al final de la evaluación

4.3. Análisis económico

Cuadro 26. Costos de producción para plántones injertados de carambola

Concepto	Unidad Medida	Cantidad	Costo unitario (s/)	Costo Total (s/)
Labores				450
Acondicionamiento del vivero	Jornal	2	25	50
Demarcación de tratamientos	Jornal	2	25	50
Preparación del sustrato	Jornal	2	25	50
Deshierbo y limpieza	Jornal	2	25	50
Llenado de bolsas	Jornal	1	25	25
Acomodo de bolsas	Jornal	1	25	25
Siembra de semillas	Jornal	1	25	25
Obtención de varas yemeras	Jornal	1	25	25
Injertación	plántones	300	0.5	150
Materiales de campo				157
Machetes	Unidad	1	8	8
Wincha	Unidad	1	20	20
Bolsas de Polietileno 8x12"	Unidad	320	0.05	16
Cuchilla de injertar	Unidad	1	30	30
Tijera de podar	Unidad	1	30	30
Lima	Unidad	1	7	7
Bolsas de chupete(Cintas)	Millar	1	5	5
Plástico transparente blanco	Metro	10	0.8	8
Mochila de fumigar (alquiler)	Unidad	1	20	20
Regadora (alquiler)	Unidad	1	10	10
Libreta de campo	Unidad	1	2	2
Lapiceros	Unidad	2	0.5	1

En el cuadro 26 se observa el costo total de inversión es de 700.5 nuevos soles para producir 300 plántones injertados de carambola donde su proceso es utilizando patrón proveniente de semillas y varas yemeras de plantas adultas,

para lo cual se requiere labores, materiales de campo, insumos y frutos de carambola

Cuadro 26. Costos de producción para plántones injertados de carambola (continuación)

Concepto	Unidad Medida	Cantidad	Costo unitario (s/)	Costo Total (s/)
Semilla patrón				6
Fruto de la carambola	kg	6	1	6
Costo Total				700.5

En el cuadro 27 se observa el cálculo del costo por plántones injertados, se realiza en base al costo total y la cantidad de plantas injertadas, siendo el costo por tratamiento 140.10 nuevos soles y el costo por plántones injertados 2.30 nuevos soles.

Cuadro 27. Costo por plántones injertados de carambola

Costo por plántones injertados	
Costo total	700.50
Cantidad de plantas injertadas	300
Costo por tratamiento	140.10
Costo unitario por plántones injertados	2.30
Precio	2.70

Una vez determinado el costo unitario por plántones se le multiplica por la rentabilidad de 15%, se calcula el precio de venta por plántones injertados de carambola (*Averrhoa carambola L.*) que es igual 2.70 nuevos soles.

V. CONCLUSIONES

1. Los mejores injertos para Carambola a nivel de vivero es de tipo hendidura y modalidad púa central (T₃), presentaron los mayores resultados en longitud (2.01) cm número de ramas (2.99), peso fresco (4.37 g) y peso seco (2.74 g) en comparación con los demás.
2. El crecimiento vegetativo de los patrones de la carambola fue uniforme adquiriendo un diámetro promedio para todos los tratamientos de 52.2 mm, mientras que la longitud injertable promedio fue de 48.68 cm, con 22.52 ramas.
3. En las plantas de carambola, con el injerto tipo hendidura modalidad púa central (T₃), se obtuvo mayor número de plantas prendidas y brotadas, seguido del injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄), y por último el injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅).
4. Con el injerto tipo corteza modalidad Yema o escudete (T₁) y el injerto tipo corteza modalidad parche (T₂) no se logró ningún injerto brotado.
5. El precio de venta con una rentabilidad de 15% es de 2.70 nuevos soles por plántones injertados de Carambola.

VI. RECOMENDACIONES

1. En la Carambola se recomienda realizar injerto de tipo hendidura modalidad púa central porque se obtuvieron mejores resultados en las características evaluadas.
2. Realizar estudios a mayor escala, agregando factores ambientales, abonamiento, nutrientes, plagas y enfermedades.
3. Se recomienda establecer un precio de venta de 2.70 soles por plántones de carambola.

VII. RESUMEN

La investigación se realizó en el vivero productivo de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en la ciudad de Tingo María, región Huánuco – Perú; con el objetivo de evaluar el mejor tipo y modalidad de injerto en plántulas de Carambola (*Averrhoa carambola L.*).

Las variables a evaluar fueron número de yemas púas prendidas brotadas y púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación, número de injertos muertos a los 30 y 120 días, crecimiento del diámetro, longitud, número de ramas, área foliar de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días después de la injertación.

La el diseño utilizado para el desarrollo del experimento fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un total de cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 15 unidades experimentales por repetición. Los tratamientos fueron los siguientes: (T₁) injerto tipo corteza modalidad parche, (T₂) injerto tipo corteza modalidad escudete, (T₃) injerto tipo hendidura modalidad púa central, (T₄) injerto tipo hendidura modalidad púa lateral y (T₅) injerto tipo hendidura modalidad momia. Los promedios de los parámetros evaluados se sometieron a la prueba de análisis de variancia (F. tab. = 0.05) y la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$)

El mayor porcentaje de número de plantas prendidas se obtuvieron con el injerto tipo hendidura modalidad púa central (T₃) con 82%, seguido del injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅) con 63% y por ultimo al injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄) con 50%, con el Injerto tipo corteza

modalidad escudete (T_1) y el Injerto tipo corteza modalidad parche (T_2) no se tuvo éxito.

En cuanto al crecimiento vegetativo de los injertos (diámetro, longitud y número de hojas) el que tuvo mayor crecimiento fue el (T_3) seguido por el (T_5); el mayor número de hojas muestra una relación directa con la mayor área foliar.

La acumulación de biomasa en el injerto es dependiente al tipo de injerto, obteniéndose un mayor peso fresco total y peso seco total (g) con el (T_3) injerto tipo hendidura modalidad púa central con 4.37 g y 2.74 g respectivamente.

Se concluye que el mejor tipo y la mejor modalidad de injerto para la carambola en la ciudad de Tingo María es el (T_3) injerto de tipo hendidura modalidad púa central debido a que este presentó mejores y mayores valores en las características evaluadas en comparación con los demás tratamientos.

Abstract

The research was carried out in the productive nursery of the Faculty of Agronomy of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, in the city of Tingo María, region Huánuco, Peru; with the objective of evaluating the best type and modality of grafting in starfruit seedlings (*Averrhoa carambola* L.).

The variables to be evaluated were the number of buds that were pinned, sprouted, and the pin that were pinned but not sprouted 30 days after grafting, number of dead grafts at 30 and 120 days, growth in diameter, length, number of branches, leaf area of the grafts. at 30, 60, 90 and 120 days after grafting.

The design used for the development of the experiment was a Completely Random Design (CRD), with a total of five treatments, four repetitions and 15 experimental units per repetition. The treatments were as follows: (T₁) cortex-type graft, patch modality, (T₂) cortex-type graft, gusset modality, (T₃) slit-type graft, central spike modality, (T₄) slit-type graft, lateral spike modality and (T₅) slit-type graft. mummy mode. The averages of the parameters evaluated were subjected to the analysis of variance test (F. tab. = 0.05) and the Duncan significance test ($\alpha = 0.05$).

The highest percentage of the number of plants caught was obtained with the central spike modality cleft graft (T₃) with 82 %, followed by the mummy modality cleft graft type (T₅) with 63 % and finally the lateral spike modality cleft graft (T₄) with 50 %, with the cortex graft type gusset modality (T₁) and the cortex graft type modality patch (T₂) it was not successful. Regarding the vegetative growth of the grafts (diameter, length and number of leaves), the one that had

the highest growth was (T₃) followed by (T₅); the largest number of leaves shows a direct relationship with the largest leaf area. The biomass accumulation in the graft is dependent on the type of graft, obtaining a higher total fresh weight and total dry weight (g) with the (T₃) cleft graft type central spike with 4.37 g and 2.74 g respectively.

It is concluded that the best type and best modality of grafting for the carom in the city of Tingo María is the (T₃) cleft graft type central spike modality because it presented better and higher values in the evaluated characteristics compared to the other treatments.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA, J. 2003. Producción del alimento de los dioses (*Theobroma cacao* L.) Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 81 p.
2. ADRIAZOLA J., ANTEPARRA M., GONZALES F., GARCÍA L., NATIVIDAD R., RÍOS R.; ZAVALA J. 2007. Diplomado: "Cultivos industriales tropicales: café, cacao y palma aceitera". Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Tingo María, Huánuco, Perú. 163 p.
3. ANANIAS, R. 2002. Modelación del secado de coigüe a temperatura convencional. Floresta. Pp. 108-113.
4. BENITO. S. J. A. 1992. Tecnificación del cacao en selva alta peruana. Editado por FUNDEAGRO. Lima, Perú. Pp. 36-57.
5. BOGANTES, A.; MORA, E. 2010. Evaluación de cuatro patrones para injertos de guayaba (*Psidium guajava* L.). INTA y UCR. [En línea]: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_103.pdf, (Consultado el 17 de agosto de 2018).
6. CALABRESE, D. 2012. Las bondades de manejo básico de palto. Ediciones, Mundi Prensa Madrid. Madrid, España. 158 p.
7. CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta edición. Editorial Milagros. S.A. Lima. Perú. 643 p.
8. CUCULIZA, J. 1956. Propagación de plantas 1ed. Talleres gráficos. Lima, Peru.280 p.
9. DOGLIOTTI, S. 1997. Introducción al curso de fisiología de los cultivos. [En línea]: <https://www.yumpu.com/es/document/view/19654151/introducción>

- n-al-curso-de-fisiologia-de-cultivos-facultad-de-, (Consultado el 20 de enero de 2018)
10. GALÁN, S; MENINO, U. 1993. cultivo de carambola. Producción Vegetal de la FAO. Roma. 108 p.
 11. GONZÁLEZ, D.V. 2000. Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad ácida, producida en el piedemonte amazónico colombiano. Trabajo de pregrado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [En línea]: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/3752 (Consultado el 25 de octubre de 2018).
 12. GONZÁLEZ, V; HERNÁNDEZ, A; HERRERA, J; BARRERA, O; MARTÍNEZ, E; PÁEZ, D. 2001. Desarrollo del fruto e índices de cosecha la carambola (*Averrhoa carambola* L.) producida en el piedemonte amazónico colombiano. Agron. Colomb. 18(1-2): 7-13.
 13. GRÁNDEZ, G. 2005. Comparativo de cinco métodos de injertos de cacao, utilizando el clon CCN-51 en San Martín. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 65 p.
 14. GREEN, J. 1987. Producción de carambola en Malasia y Taiwán. Proc. Fla. Hort. Estado. Taiwán. 278 p.
 15. HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Edición en español. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. (IICA) Turrialba, Costa Rica. Pp. 92-180. [En línea]: <http://www.iica.int.ve/>, (Consultado el 18 de enero de 2018).

16. HARTMANN, H y KESTER, D. 1990. Propagación de plantas. Editorial Continental S.A. 4^{ta} edición. México. 760 p.
17. ICT. 2004. Manejo integrado de cultivo de cacao y transferencia de tecnología en la Amazonia Peruana. Primera edición. Instituto de Cultivos Tropicales. Tarapoto, Perú. Pp. 20-46
18. IICA. 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo de cacao en el Perú. Lima, Perú. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura. 112 p
19. JACOMINO, A.; HIJO, A.; BLUGE, R. 2000. Los casos de protección por injerto de mango (*Mangifera indica* L.). Scientia Agricola. Piracicaba, V.57, N° 1. Rev. Bras. Sci. Agric. 6 p.
20. LORÍA, C. 2005. EL injerto: Alternativa de propagación vegetativa en el cultivo de la uva (*Vitis vinífera*) en Costa Rica. Costa Rica. Rev. Agr. Trop. 35: 101-106 p.
21. MAINARDI, F.F. 1996. Guía de la poda e injerto. Editorial de Vecchi S.A. Barcelona, España. Pp. 26 -111.
22. MATEUS, D; ARIAS, M; ORDUZ, J. 2015. El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta, Colombia. [En línea]: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9 i1.3752>, (Consultado el 12 de agosto, 2018).
23. MELLADO, N. 2010. Guía práctica para el cálculo de costos de producción y determinación de precios. [En línea]: http://www.perucam.com/perucam_new/pdf/bv/7.%20Gu%C3%ADa%20Pr%C3%A1ctica%20para%20c%C3%A1lculo%20de%20costos%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20precios.pdf, (Consultado el 14 de setiembre de 2018).

24. MORENO, N. O. 1976. Fisiología vegetal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. Pp. 79 -150.
25. MORTON, J. 1987. Carambola. En: Frutas de climas cálidos. Libro de Servicios del Sur. Miami, Florida. 76 p.
26. NAVARRO, B. 2011. Análisis bromatológico del carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y determinación de su capacidad antioxidante. Tesis ingeniero Químico. Universidad Veracruzana. 63 p.
27. NOSTI, N.J. 1973 Cacao, café y té. Salvat editores. S.A. Madrid. 145 p.
28. ÑUSTEZ, C.; SANTOS, M.; SEGURA, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca. Bogotá, Colombia. Rev. Fac. Agr. Medellín. 62 (1): 4823 – 4834.
29. OLIVA, H.; RIVERO, D.; RODRÍGUEZ, M.; NORIEGA, C. 2009. Estimulación de la interacción patrón-injerto en plantas de aguacate (*Persea americana* Mill.) en condiciones de altas temperaturas. Instituto de investigaciones en fruticultura tropical. La Habana, Cuba. 8 p.
30. ORDUZ, J; RANGEL, J. 2002. Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. Manual de asistencia técnica No. 8. Edit. Promedios, Villavicencio, Colombia. 134 p.
31. ORWA, C; MUTUA, R; KINDT, R; JAMNADASS, A. 2009. Agroforestry Database: una referencia árbol y la selección guía versión 4.0. Centro Mundial de Agroforestería. [En línea]: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Averrhoa_carambola. (Consultado el 23 de octubre de 2016).

32. PAULL, R.E.; DUARTE, O. 2012. Las frutas tropicales. 2nd edition. Vol. 2. CAB International, Wallingford. Union Kingdom. 393 p.
33. PAREDES, M. 2003. Manual del cultivo de cacao. Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la Amazonia. Perú 100 p.
34. PÉREZ, J.; GARCÍA, E.; ENRIQUEZ, J.; QUERO, A.; HERNÁNDEZ, A. 2004. Análisis del crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087). México. Rev. Tec. Pec. Mex. 42 (3): 447-458.
35. PÉREZ, M., VÁZQUEZ, V., OSUNA J. 2005. El cultivo del carambolo (*Averrhoa carambola* L.): una alternativa para el trópico seco. [En línea]: Revista Chapingo serie horticultura. [En línea]: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912502012>>ISSN1027-152X, (Consultado el 12 de setiembre de 2018).
36. PÉREZ, L. 2017. Evaluación de dos tipos y cinco métodos de injertos en el cultivo de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Will ex Spreng Schum) a nivel de vivero en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 141 p.
37. PIÑA, S.; BAUTISTA, D. 2006. Evaluación del crecimiento vegetativo de cultivares de la vid para mesa bajo condiciones de trópico semiárido de Venezuela, Caracas. Rev. Fac. Agron. 23 (4): 407 – 419.
38. PIRE, R.; VALENZUELA, I. 1995. Estimación del área foliar en (*Vitis vinifera* L.) “French Colombard” a partir de mediciones lineales en las hojas. Agronomía Tropical. Venezuela. 154 p.
39. PUENTE, J. 2009. Efecto del injerto intermedio en la producción de plantas enanizadas de marañón (*Anacardium occidentale* L.) en fase de vivero.

Tesis Ingeniero Agrónomo. San Salvador. Universidad de el Salvador.
57 p.

40. SIEA. 2016. Sistema Integrados de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura y Riego. Anuario Estadístico de Producción Agrícola y Ganadero. 157 p. [En línea]: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-agricola-ganadera2016_210917_0.pdf (Consultado el 17 de noviembre de 2018).
41. SOLIS, C. 2010. Modelamiento matemático de la transferencia de sacarosa en la deshidratación osmótica del fruto de la carambola (*Averrhoa carambola* L.). Tesis Ingeniero agroindustrial. Puerto Maldonado, Perú. Universidad nacional Amazónica de Madre de Dios. 127 p.
42. SOLANO, W. 2008. Embriogénesis somática en clones superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) obtenidos en el programa de mejoramiento genético de CATIE. Tesis Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. CATIE, Costa Rica. 98 p.
43. VIDAL, E.; ZUÑIGA, L. 1995. Desarrollo inicial de nueve clones de cacao injertados sobre patrones clonales en San Carlos, Alajuela. Agronomía Costarricense. Costa Rica. 19(2): 45-51.
44. VIDAL, L. 2002. Aislamiento y cuantificación de catequinas involucradas con la incompatibilidad en injertos de guanábano (*Annona muricata* L.) Tesis Doctorado en Ciencias. México. 146 p.
45. VILLEGAS, B. 1998. El carambolo (*Averrhoa carambola*). En: Seminario Regional de Especies Vegetales Promisorias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Pp 20 - 35.

IX. ANEXO

Cuadro 28. Promedios de la longitud (cm), diámetro (mm) y número de ramas de los patrones antes de injertar.

Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5		
Long.	Diam.	N° ram.	Long.	Diam.	N° ram.	Long.	Diam.	N° ram.	Long.	Diam.	N° ram.	Long.	Diam.	N° ram.
52.90	61.00	22.20	48.50	47.00	24.40	52.90	61.00	22.20	48.50	47.00	24.40	47.80	49.00	24.40
45.70	56.00	21.40	50.40	51.00	25.80	45.70	56.00	21.40	50.40	51.00	25.80	50.40	51.00	25.80
48.50	47.00	24.40	48.50	47.00	24.40	48.50	47.00	24.40	52.90	51.00	22.20	48.50	47.00	24.40
44.40	61.00	20.60	44.40	61.00	20.60	48.50	47.00	24.40	45.70	49.00	21.40	50.40	51.00	25.80

Cuadro 29. Promedios del número de yemas, púas prendidas brotadas y número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación. (Datos transformados)

Yemas, púas prendidas brotadas					Yemas, púas prendidas pero no brotadas				
Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
1.00	1.00	2.24	2.45	3.32	1.00	1.00	3.16	2.00	1.73
1.00	1.00	2.83	2.83	2.45	1.00	1.00	2.45	2.24	2.00
1.00	1.00	2.24	2.00	3.00	1.00	1.00	2.83	2.00	1.41
1.00	1.00	3.32	2.45	3.16	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00

Cuadro 30. Promedios del número de yemas, púas prendidas brotadas y número de yemas, púas prendidas pero no brotadas a los 30 días de injertación. (Datos originales)

Yemas, púas prendidas brotadas					Yemas, púas prendidas pero no brotadas				
Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
0	0	4	5	10	0	0	9	3	2
0	0	7	7	5	0	0	5	4	3
0	0	4	3	8	0	0	7	3	1
0	0	10	5	9	0	0	3	0	0

Cuadro 31. Promedios del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Injertos muertos a los 30 días					Injertos muertos a los 120 días				
Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
1.00	1.00	1.73	2.83	2.00	1.00	1.00	1.00	1.41	2.83
1.00	1.00	2.00	2.24	2.83	1.00	1.00	1.41	1.41	2.24
1.00	1.00	2.24	3.16	2.65	1.00	1.00	1.41	1.73	2.00
1.00	1.00	1.73	3.32	2.65	1.00	1.00	1.00	1.00	2.24

Cuadro 32. Promedios del número de injertos muertos a los 30 y 120 días de realizada la injertación. (Datos originales)

Injertos muertos a los 30 días					Injertos muertos a los 120 días				
Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
0	0	2	7	3	0	0	0	1	7
0	0	3	4	7	0	0	1	1	4
0	0	4	9	6	0	0	1	2	3
0	0	2	10	6	0	0	0	0	4

Cuadro 33. Promedios del número de injertos vivos a la última evaluación.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0	0	13	7	5
0	0	11	10	4
0	0	10	4	6
0	0	13	5	5
0	0	47	26	20

Cuadro 34. Promedios de la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.18	2.33	2.60	3.54	2.18	2.03	2.00	2.55	1.97	2.01	2.34	3.63
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.24	3.83	4.19	3.44	1.72	2.24	2.56	1.87	1.66	2.40	2.55	2.75
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.18	2.74	2.69	4.04	1.66	2.60	2.00	2.37	1.57	2.00	2.69	2.73
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.97	3.05	3.53	5.01	1.68	3.04	2.78	3.91	2.18	2.38	2.67	2.72

Cuadro 35. Promedios de la longitud (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos originales)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78	4.42	5.8	11.50	2.18	3.14	3.00	5.50	1.97	2.62	4.48	12.2
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	13.7	16.6	10.09	1.72	4.04	5.56	2.50	1.66	8.22	5.50	6.60
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	6.52	6.26	15.36	1.66	5.78	3.00	4.62	1.57	2.98	6.26	6.35
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	8.32	11.44	24.10	1.68	8.28	6.76	14.30	2.18	4.66	6.18	6.40

Cuadro 36. Promedios del diámetro de los injertos (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.61	1.65	1.70	2.00	1.43	1.53	1.57	1.75	1.50	1.53	1.67	1.71
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.48	1.91	2.05	2.07	1.29	1.51	1.64	1.69	1.33	1.66	1.64	1.69
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.64	1.68	2.06	1.33	1.57	1.71	1.64	1.46	1.54	1.61	1.68
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.71	1.88	1.91	1.28	1.59	1.68	1.91	1.43	1.56	1.68	1.69

Cuadro 37. Promedios del diámetro (cm) de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos originales)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58	1.72	1.88	3.00	1.04	1.34	1.48	2.08	1.26	1.34	1.80	1.92
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	2.66	3.20	3.28	0.80	1.70	1.86	1.88	0.78	1.70	1.72	1.84
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	1.70	1.82	3.24	0.85	1.71	1.68	1.92	1.14	1.36	1.60	1.82
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	1.92	2.56	2.64	1.28	1.54	1.82	2.64	1.04	1.38	1.82	1.88

Cuadro 38. Promedios del número de ramas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos transformados)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.89	2.19	2.24	2.61	1.79	1.95	2.49	2.57	1.61	1.67	1.84	1.95
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.85	2.65	2.83	2.90	1.67	2.19	2.32	2.60	1.55	2.05	2.19	2.25
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.85	2.32	2.32	2.93	1.79	2.09	2.32	2.80	1.67	2.45	1.84	2.05
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.79	2.45	2.72	3.46	1.84	2.00	2.14	2.80	1.55	2.19	2.28	2.45

Cuadro 39. Promedios del número de hojas de los injertos a los 30, 60, 90 y 120 días de realizada la injertación. (Datos originales)

Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4				Tratamiento 5			
30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	6	2	3	5	6	2	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	7	7	2	5	5	6	2	3	4	2
0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	8	2	3	4	5	2	5	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	7	11	2	3	4	5	2	4	4	6

Cuadro 40. Promedios del peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5		
Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.81	4.80	9.11	4.80	3.16	5.66	4.24	3.32	5.29
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.92	3.61	6.86	3.32	2.83	4.24	3.16	2.83	4.12
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.28	4.58	8.54	3.32	2.65	4.12	3.05	2.83	4.15
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.35	4.47	8.54	4.36	3.16	5.29	3.74	3.00	4.69

Cuadro 41. Promedios del peso fresco (g) del patrón e injerto a la última evaluación. (Datos originales)

Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5		
Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	22.00	82.00	3.71	10.00	27.00	22.00	9.00	31.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.00	12.00	46.00	5.20	7.00	16.00	10.00	7.00	17.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.00	20.00	72.00	16.00	7.00	23.00	9.00	6.00	16.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.00	19.00	72.00	27.00	8.00	21.00	18.00	9.00	27.00

Cuadro 42. Promedios del peso seco (g) del patrón e injerto a la última evaluación. (Datos transformados)

Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5		
Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.48	3.30	5.56	2.81	2.08	3.35	2.49	2.13	3.12
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.49	2.41	4.12	2.08	1.97	2.68	2.04	1.85	2.56
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.09	2.80	4.86	2.32	1.83	2.78	2.05	1.81	2.54
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.34	2.82	5.08	2.80	2.17	3.39	2.22	1.96	2.79

Cuadro 43. Promedios del peso seco (g) del patrón e injerto a la última evaluación. (Datos originales)

Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3			Tratamiento 4			Tratamiento 5		
Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total	Injerto	Patrón	Total
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.07	7.61	26.68	6.89	3.31	10.20	5.20	3.56	8.75
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.16	4.79	15.95	3.31	2.88	6.19	3.16	2.41	5.57
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.77	6.86	22.62	4.36	2.36	6.72	3.20	2.28	5.48
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.88	6.97	24.85	6.83	3.69	10.52	3.95	2.86	6.81

Cuadro 44. Promedios del área foliar (cm²) del injerto a la última evaluación (Datos transformados)

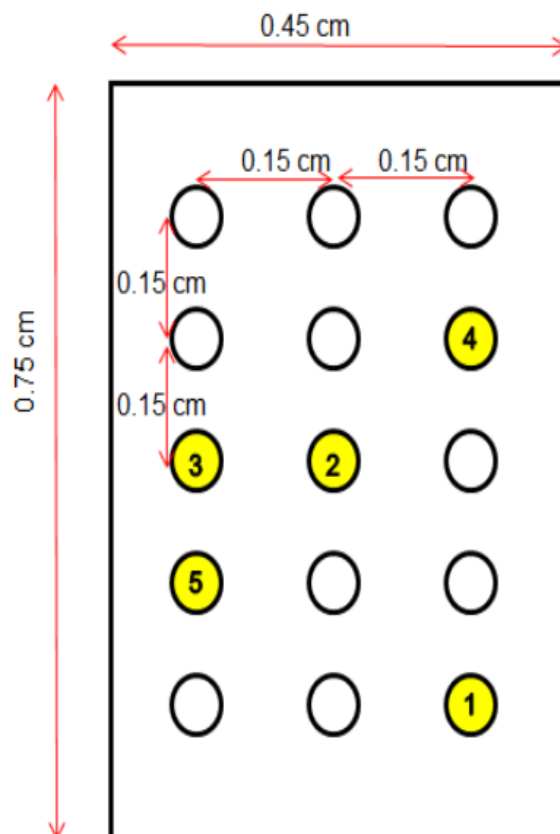
Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
1.00	1.00	19.99	17.03	14.40
1.00	1.00	24.86	18.10	14.12
1.00	1.00	21.75	16.89	14.23
1.00	1.00	25.05	16.28	14.29

Cuadro 45. Promedios del área foliar del injerto (cm²) a la última evaluación. (Datos originales)

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
0.00	0.00	398.44	289.06	206.25
0.00	0.00	617.19	326.56	198.44
0.00	0.00	471.88	284.38	201.56
0.00	0.00	626.56	264.06	203.13



Figura 15. Croquis del vivero experimental



Fuente: (PEREZ, 2017)

Figura 16. Detalle de cada tratamiento



Figura 17. Preparación del sustrato para el llenado de bolsas.



Figura 18. Extracción de la semilla de Carambola.



Figura 19. Plántula de Carambola de 21 días en vivero.



Figura 20. Medición del diámetro, longitud y número de ramas a los dos meses de edad del patrón



Figura 21. Medición del diámetro, longitud y número de ramas a los cuatro meses de edad del patrón



Figura 22. Plantones de carambola a seis meses de edad aptas para injertar



Figura 23. Recolección de varas yemeras de Carambola.



Figura 24. Injerto tipo corteza modalidad T- escudete



Figura 25. Injerto tipo corteza modalidad parche (T_2).



Figura 26. Injerto tipo hendidura modalidad púa central (T_3).



Figura 27. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄).



Figura 28. Injerto tipo hendidura modalidad momia (T₅).



Figura 29. Distribución de los tratamientos después de la injertación

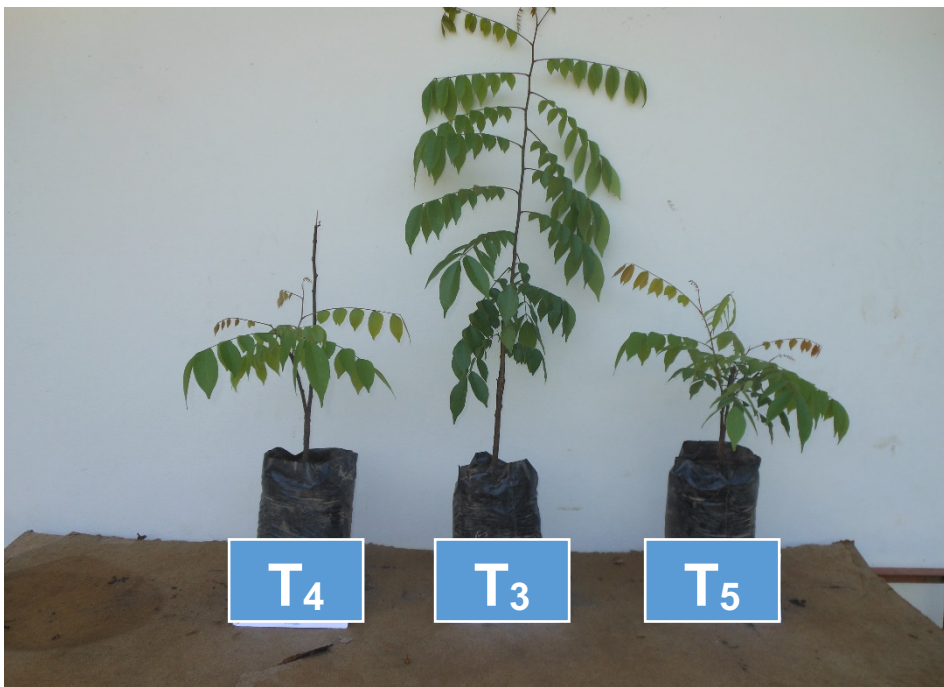


Figura 30. Comparación de los tratamientos injertados a la última evaluación



Figura 31. Evaluación final de los injertos en fase de laboratorio



Figura 32. Hojas extraídas con sacabocado para determinar el área foliar



Figura 33. Muestras llevadas a la estufa durante 48 Horas



Figura 34. Peso seco del patrón e injerto a la última evaluación