



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Uso de cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y su efecto en el prendimiento de yemas de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.), Masaya, 2021

#### Autores

Br. Greyving Alexander Martínez González

Br. Néstor Uriel Munguía Hernández

#### Asesores

MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández

Ing. Jonathan José Dávila Jirón

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2021



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Uso de cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y su efecto en el prendimiento de yemas de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.), Masaya, 2021

#### Autores

Br. Greyving Alexander Martínez González

Br. Néstor Uriel Munguía Hernández

#### Asesores

MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández

Ing. Jonathan José Dávila Jirón

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero

**Managua, Nicaragua**  
**Diciembre, 2021**



Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

*Ingeniero Agrónomo*

---

Miembros del Tribunal Examinador

---

MSc. Trinidad Castillo Arévalo  
Presidente

---

Ing. José Rene Jarquín Díaz  
Secretario

---

Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco  
Vocal

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 15 diciembre 2021

## DEDICATORIA

En reconocimiento al gran apoyo, trabajo, sacrificio y gesto de amor brindado por mis padres: **Alexander José Martínez Estrada y Marisela Del Carmen González Robles**, durante estos años de formación académica.

A mi tía **Magalys de la Concepción Martínez Blanco** por su amor, apoyo incondicional y estar a mi lado siempre, motivándome a seguir adelante.

A mi abuelita **Luz Amanda Blanco (q. e. p. d.)** quien a pesar de no estar presente físicamente fue una de las personas que me inculcó valores, principios, y me apoyo moralmente.

A mi hermano **Keneth David Martínez González** por motivarme siempre a lograr mis objetivos y acompañarme durante toda esta etapa.

A la familia **Aguilera Munguía**, especialmente a **Scarleth Waleska Aguilera Munguía** por todo su apoyo moral en los momentos difíciles y estar siempre para mí.

A todas aquellas personas (incluida mi familia) que de una u otra forma me han apoyado y a aquellos que me abrieron las puertas, depositaron su confianza en mí y compartieron sus conocimientos.

Finalmente quiero dedicar este trabajo investigativo a todos mis amigos y compañeros de clases, por compartir y vivir momentos de estrés, alegría, de convivencia y sobre todo por enriquecernos en conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Br. Greyving Alexander Martínez González

## DEDICATORIA

Dedicado con todo mi amor:

Primeramente, a Dios por su infinita bondad, por darme salud, fuerzas, sabiduría e innumerables bendiciones.

A mi madre **Ileana de los Ángeles Hernández Chavarría**, hermano **Norlán Hernández**, abuelo **Miguel Hernández**, abuela **Andrea Chavarría**, cuñada **Yahoska Estrada**, sobrina **Giremy Hernández** y **demás familiares**, quienes han sido mi inspiración día a día para pensar en un mejor futuro y salir adelante ante cualquier adversidad y que con mucho amor, abnegación y sacrificio supieron sembrar en mí, anhelos de superación y sobre todo valores para mi formación personal y profesional.

A la memoria de mi bisabuela **Juana Díaz** y tío **César Hernández** quienes descansan en la eternidad con la satisfacción del logro que siempre desearon.

De manera muy especial al **Ing. Mba Carlos González** y el **Ing. Freddy González** por sus sabios consejos que han sido de grandes contribuciones en mi formación profesional, sus incansables deseos de superación me motivaron a llegar a este punto de mi vida. Infinitas gracias.

Al **Sr. Ramón Zambrana** por apoyarme moralmente e inculcarme sabios valores.

A mi compañero y colega, **Br. Greyving Martínez**, por ser un gran amigo, por haber colaborado significativamente en mi formación profesional durante la trayectoria universitaria y la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

Finalmente, a todos mis **amigos(as)** y **compañeros(as) de clase** por haberme apoyado de una u otra manera en todo el transcurso de la carrera.

Pon en manos del señor todas tus obras, y tus proyectos se cumplirán.  
**Proverbios 16:3**

Br. Néstor Uriel Munguía Hernández

## AGRADECIMIENTOS

Inicialmente agradecemos a **Jehová Dios** por permitirnos la vida, por su infinita misericordia, dirección, sabiduría y salud.

A la **Universidad Nacional Agraria** por abrirnos sus puertas y poder realizar nuestros estudios profesionales.

A los docentes de la **Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria** por compartir sus conocimientos y guiarnos durante todo el proceso académico.

A nuestro asesor Ing. MSc. **Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** por dirigirnos y a la vez por ser una de las personas que nos apoyó durante los años en la Universidad Nacional Agraria y siempre disponer de tiempo para nosotros.

Al Ingeniero **Jonathan José Dávila Jirón** por compartir con nosotros la idea del presente trabajo de investigación y así mismo por facilitar todos los materiales, equipos e insumos necesarios para su desarrollo.

En especial al **Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)**, por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de realizar la investigación en sus instalaciones.

Al Ingeniero **Luis Ángel Real Avelares** y toda su familia, por brindarnos su confianza y apoyarnos.

A los Ingenieros **Brayan López, Elvin Zeledón, Jaring Briones, Jorge Gutiérrez, Luis Cruz** y **René Jarquín** por mostrarnos su apoyo incondicional y guiarnos.

Así que ni el que planta ni el que riega son algo, sino Dios,  
que lo hace crecer. **1 Corintios 3: 7**

Br. Greyving Alexander Martínez González

Br. Néstor Uriel Munguía Hernández

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1. Producción mundial de cítricos	4
3.2. Los cítricos en Nicaragua	4
3.3. Propagación por injertos	5
3.4. Propósitos de la injertación	5
3.5. Ventajas de la injertación	6
3.6. Desventajas de la injertación	6
3.7. Recomendaciones ambientales a considerar en el proceso de injertación	7
3.8. Técnicas de injertos usados en árboles frutales y patrones más utilizados en la propagación de cítricos	8
3.9. Citrange Carrizo	8
3.10. Flying Dragon	9
3.11. Acuerdo entre el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y la Universidad Nacional Agraria (UNA)	9

<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
4.1. Ubicación del área de estudio	10
4.2. Diseño experimental y arreglo de los tratamientos	11
4.3. Manejo del ensayo y metodología	12
4.3.1. Selección de varetas	12
4.3.2. Selección y preparación de los patrones	13
4.3.3. Desinfección de las herramientas	13
4.3.4. Descripción del proceso aplicado en cada técnica de injertación	14
4.4. Variables evaluadas	19
4.4.1. Prendimiento de yema (%)	19
4.4.2. Longitud de brotes (cm)	19
4.4.3. Diámetro de brotes (mm)	19
4.4.4. Número de hojas totales por yema injertada	19
4.4.5. Área foliar (cm <sup>2</sup> )	19
4.5. Análisis de los datos	19
4.6. Manejo agronómico del ensayo	20
4.6.1. Sustrato de las bolsas	20
4.6.2. Semilla de los patrones	21
4.6.3. Trasplante de plántulas a bolsas	21
4.6.4. Riego	21
4.6.5. Fertilización	22
4.6.6. Manejo de plagas	22
4.6.7. Manejo de enfermedades	22
4.6.8. Control de malezas	23
4.6.9. Eliminación de brotes en los patrones	23

<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
5.1. Prendimiento de yema (%)	24
5.2. Longitud de brotes (cm)	26
5.3. Diámetro de brotes (mm)	28
5.4. Número de hojas totales por yema injertada	29
5.5. Área foliar (cm <sup>2</sup> )	31
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>35</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Área cultivada de cítricos por departamento de Nicaragua, reportada en el CENAGRO del año 2011	5
2.	Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio, Masaya 2021	11
3.	Descripción de las dosis, frecuencia y formas de aplicación de los fertilizantes en el ensayo	22
4.	Descripción de las dosis, frecuencias y forma de aplicación de insecticidas en el ensayo	22
5.	Respuesta en la longitud de brotes (cm) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi	27
6.	Respuesta en el diámetro de brotes (mm) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi	29
7.	Respuesta en el número de hojas totales por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi	30
8.	Respuesta en el área foliar (cm <sup>2</sup> ) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Localización geográfica del vivero de cítricos manejado por el OIRSA, ubicado en la unidad experimental finca El plantel, Masaya 2021.	10
2.	Patrones utilizados en el ensayo para la injertación de yemas de limón Tahití, Masaya 2021.	12
3.	Selección y preparación de las varetas.	12
4.	Selección de patrones y eliminación de brotes, hojas y pinchos en los mismos.	13
5.	Cortes realizados en los patrones.	14
6.	Extracción e inserción de la yema axilar y protección de la misma.	14
7.	Incisiones realizadas en los patrones.	15
8.	Selección y cortes en los costados de la parte inferior de las varetas.	15
9.	Inserción, fijación y protección de las varetas.	16
10.	Cortes realizados en el patrón.	16
11.	Cortes opuestos en bisel en vareta e inserción en el patrón.	17
12.	Fijación de varetas y colocación del sistema de protección en los injertos.	17
13.	Realización del corte transversal y vertical en los patrones, y extracción de yemas axilares.	18
14.	Levante de la corteza del patrón, e inserción de la yema y fijación de la misma.	18
15.	Prendimiento de yema (%) en patrones de cítricos evaluados, Masaya, 2021.	24
16.	Porcentajes de prendimiento de yema por patrón y técnica de injertos evaluada.	26

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el invernadero de cítricos, manejado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, establecido en la finca El Plantel, de la Universidad Nacional Agraria. Se evaluaron los patrones Citrange Carrizo (CC) y Flying Dragon (FD), y las técnicas de injertos Enchape lateral con yema axilar (ELAYAX), Enchape lateral con yema apical (ELAYAP), Cuña con yema apical (CUYAP) y T-invertida con yema axilar (T-IYAX) en el prendimiento de yemas de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.). Se consideraron para la evaluación un total de 25 plántulas o repeticiones por tratamiento, organizado en un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo bifactorial. Las variables evaluadas fueron prendimiento de yema (%), longitud (cm) y diámetro de brotes (mm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>). Los resultados indican que la variable prendimiento de yema presentó el mejor comportamiento con CC + ELAYAP llegando a un 100 % a los 39 días después de la injertación (ddi). Los mejores promedios de longitud de brote se obtuvieron en CC + T-IYAX (22.86 cm) y CC + ELAYAX (24.59 cm), superando al resto de combinaciones. Diámetro de brotes expresó sus mayores valores con CC + T-IYAX (4.10 mm) y FD + T-IYAX (4.36 mm). CC + ELAYAP y CC + CUYAP obtuvieron el mayor número de hojas con 33.40 y 35.67 respectivamente. En relación a la variable área foliar la interacción CC + ELAYAP obtuvo un valor de 2 002.31 cm<sup>2</sup>, superando estadísticamente al resto de interacciones. El patrón CC superó a FD en todas las variables evaluadas, obteniendo prendimiento de yema en menor tiempo y a la vez el mayor porcentaje a las 39 ddi. Las técnicas ELAYAP y CUYAP presentaron los mejores promedios estadísticos en relación a las variables prendimiento de yemas, número de hojas y área foliar.

**Palabras clave:** Propagación asexual, patrón, injerto, Citrange Carrizo, Flying Dragon.

## ABSCTRACT

The present study was carried out in the citrus greenhouse, managed by the International Regional Organization for Agricultural Health, established in the El Plantel farm, of the National Agrarian University. The Citrange Carrizo (CC) and Flying Dragon (FD) patterns were evaluated, and the grafting techniques Lateral veneer with axillary bud (ELAYAX), Lateral veneer with apical bud (ELAYAP), Wedge with apical bud (CUYAP) and inverted T with axillary bud (T-IYAX) in the budding of Tahiti lime (*Citrus latifolia* L.). A total of 25 seedlings or repetitions per treatment, organized in a Complete Random Design (DCA) with a bifactorial arrangement, were considered for the evaluation. The variables evaluated were bud picking (%), length (cm) and diameter of shoots (mm), number of leaves and foliar area (cm<sup>2</sup>). The results indicate that the budgeting variable presented the best performance with CC + ELAYAP, reaching 100 % at 39 days after grafting (ddi). The best shoot length averages were obtained in CC + T-IYAX (22.86 cm) and CC + ELAYAX (24.59 cm), surpassing the rest of the combinations. Shoot diameter expressed its highest values with CC + T-IYAX (4.10 mm) and FD + T-IYAX (4.36 mm). CC + ELAYAP and CC + CUYAP obtained the highest number of leaves with 33.40 and 35.67 respectively. In relation to the leaf area variable, the CC + ELAYAP interaction obtained a value of 2 002.31 cm<sup>2</sup>, statistically surpassing the rest of the interactions. The CC pattern surpassed FD in all the variables evaluated, obtaining yolk seizure in less time and once the highest percentage at 39 dai. The ELAYAP and CUYAP techniques presented the best statistical averages in relation to the variables of bud attachment, number of leaves and foliar area.

**Keywords:** Asexual propagation, pattern, graft, Citrange Carrizo, Flying Dragon.

## I. INTRODUCCIÓN

En la producción de alimentos de calidad y sanos, es de importancia la selección de genotipos de plantas con excelentes atributos de productividad, aporte de nutrientes, y que provean antioxidantes vitales para el desarrollo del ser humano. Para esto, se utilizan técnicas de reproducción sexual y asexual: la sexual es la propagación mediante semillas, en algunos casos los individuos resultantes se emplean como porta injertos; la asexual es la multiplicación a través de partes vegetativas de una planta, con excelentes características de productividad, tolerancia a condiciones de suelo, ambiente y fitosanitarias.

En Nicaragua, la cultura gastronómica demanda de especies con fuerte contenido de ácido cítrico, teniendo como ejemplar el limón criollo (*Citrus limon* L.), siendo este muy popular entre la población, sin embargo, la especie conocida comúnmente como limón Tahití (*C. latifolia* L.) se ha abierto campo, tal como lo expresa Barbosa *et al.* (2019), quien detalla que “actualmente existe una demanda gradual en su consumo a nivel internacional, llegando a más países por su calidad y contenido nutricional” (p. 6).

Es por tal motivo que los productores se han animado a incrementar áreas de este cultivo y los consumidores nicaragüenses a aceptarlo/demandándolo; a la vez, es considerado de gran importancia económica para el país, debido, a que según reportes de Quintero (2015) “se ha convertido en una oportunidad de negocios y fuente de empleos” (párr. 1).

Para responder a la demanda de plantas injertadas con la especie de lima Tahití se requiere desarrollar el proceso de propagación vegetativa aplicando algunas de las técnicas de injerto que garantiza la fidelidad genética, sanidad, resistencia a enfermedades, factores edafoclimáticos y precocidad en la cosecha. Injertar consiste en unir dos partes de plantas de la misma especie con el fin de obtener una sola.

La injertación es una técnica muy antigua de propagación vegetal, existen evidencias que prueban que era utilizada por los chinos en el año 1 000 a.C. Presumiblemente, el hombre haya tomado la idea a partir de la observación de los injertos que se producían naturalmente entre las ramas de los árboles al frotarse las cortezas entre sí por acción de distintos elementos, como por ejemplo el viento. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2003, p. 1)

En la actualidad la injertación está siendo muy utilizada en la propagación asexual de plantas frutales. EcuRed (s.f. párr. 1) afirma que “esto se debe a que aporta una herramienta que asegura al usuario obtener variedades superiores, que naturalmente aumentarán sus rendimientos y beneficios”. INTA (2003] puntualiza que “entre los métodos empleados para la multiplicación vegetal, la injertación es, sin duda alguna, uno de los procedimientos empleados con mayor frecuencia, dado que ofrece enormes ventajas sobre otros métodos, como por ejemplo la propagación por estacas o acodos” (p. 2).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2005] “en Nicaragua las técnicas de injertos más utilizados para la propagación de árboles frutales son: enchape lateral y escudete de T-invertida” (p. 1).

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes que se presenta en la propagación frutícola de Nicaragua, es que los viveristas aplican distintos tipos de injertos, sin seguir criterios con base científica, así mismo, existe falta de documentación técnica a nivel nacional, respecto a la técnica de injertación más adecuada. Por lo tanto, es necesario investigar la influencia de diferentes métodos de injerto, pues sería una alternativa para los injertadores al momento de propagar árboles frutales.

Por lo anterior, en el presente estudio se evaluaron cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y su efecto en el prendimiento de yemas de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.), con el fin de determinar la técnica más apropiada.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el uso de cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y su efecto en el prendimiento de yemas de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.).

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar la técnica de injerto con mayor porcentaje de prendimiento de yemas vegetativas de lima Tahití, en condiciones de vivero.
- Valorar la respuesta en el crecimiento vegetativo del tipo de yema de lima Tahití, por efecto de las técnicas de injerto según patrón Citrange Carrizo y Flying Dragon.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Producción mundial de cítricos

La producción mundial de cítricos ha pasado por un periodo de enorme crecimiento, a partir de la segunda mitad de los [años] ochenta. Se considera que los países del hemisferio Norte son los mayores productores, con el 58 % de la producción mundial, el restante [42 %] es proveniente de los países del hemisferio Sur. (León y Hernández, 2012, p. 10-11)

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2004):

Brasil y Estados Unidos son los mayores productores de cítricos en el mundo, participando respectivamente en un 21.4 % y 14.5 %. China, México, España e India representan en conjunto el 27.6 % del total mundial. Irán, Italia, Argentina, Egipto, Turquía, Pakistán, Sudáfrica, Grecia y Japón son considerados productores importantes, dado que en su totalidad muestran una contribución de 20.6 %. Colombia integra un 0.3 %, sin embargo, muestra una tasa de crecimiento anual de 2 %. (p. 2-3)

Este mismo autor señala que en América Latina los países que más se destacan en la producción son: “Cuba, Venezuela, Perú y Costa Rica”; se señala que el último país mencionado a “alcanzado un crecimiento del 12.4 %”. Otros países como: “Paraguay, Bolivia, Guatemala, Chile, Honduras, República Dominicana y Nicaragua presentan tasas de incremento positivas en la producción” (p. 3).

#### 3.2. Los cítricos en Nicaragua

En Nicaragua los cítricos son considerados de importancia económica, dado que esta industria genera anualmente 24.5 millones de dólares. La producción está a cargo de 11 077 productores, en una superficie aproximada de 21 100 hectáreas, donde el cultivo de naranja dulce (*Citrus sinensis* L.) ocupa el 80 % (16 880 ha) de la producción total, mientras que el 10 % (2 110 ha) corresponde a mandarina (*Citrus reticulata* L.) y un 7 % (1 477 ha) a limones (*Citrus spp*). (Lacayo, 2013, párr.8-9)

El Instituto Nacional de Información de Desarrollo y el Ministerio Agropecuario y Forestal (INIDE y MAGFOR, 2012] establecen en el cuarto censo nacional agropecuario de Nicaragua realizado en el año 2011, que “en todos los departamentos del país existe explotación de diferentes especies de cítricos (Cuadro 1), sin embargo, las mayores extensiones de área cultivada se encuentran en Rio San Juan, Masaya y Carazo” (p. 26).

Cuadro 1. Área cultivada de cítricos por departamento de Nicaragua, reportada en el CENAGRO del año 2011

Departamento	Área (ha)	Departamento	Área (ha)
Rio San Juan	2 309.74	Rivas	314.81
Masaya	1 553.96	León	311.50
Carazo	1 002.44	Granada	308.38
RACCS	648.20	Chinandega	240.64
Matagalpa	483.11	Madriz	191.68
Jinotega	391.45	Nueva Segovia	168.08
Boaco	385.75	Estelí	168.17
RACCN	368.69	Chontales	149.18
Managua	330.43		
Total			4 460.07

Fuente: (INIDE y MAGFOR, 2012]

### 3.3. Propagación por injertos

La propagación de árboles por injertos es aquella que permite unir de diferentes formas un trozo de tallo o una yema a un patrón (planta que recibe el injerto) para que se desarrolle, y en conjunto formen una sola planta, dando origen a ramas, hojas, flores y frutos. (Medina y Perdomo, 2013, p. 2)

### 3.4. Propósitos de la injertación

La injertación como método de propagación puede presentar uno o más propósitos, siendo algunos de ellos, de acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI, 2018] los siguientes:

- Cambiar cultivares de plantas establecidas por cultivares más recientes y de mayor interés.
- Acelerar la madurez reproductora de plantas recientes y de mayor interés.
- Estudiar o diagnosticar enfermedades.
- Obtener mejores producciones y calidad de cosechas.

- Introducir árboles polinizadores en plantaciones con dificultad de producción.
- Perpetuar clones.

### **3.5. Ventajas de la injertación**

El método de injertación tiene ventajas en la propagación de plantas, en este sentido Larico (2015, p. 13) señala:

- Mantiene las características genéticas de los clones seleccionados, tanto para la variedad como para el patrón, originando plantaciones completamente uniformes.
- Permite la producción de material de siembra en un período de tiempo entre ocho y diez meses.
- Brinda la posibilidad de seleccionar las variedades y patrones más apropiados, de acuerdo a sus características y a las condiciones edafoclimáticas del sitio de establecimiento.
- Disminuye el inicio del periodo de producción en materiales que normalmente son de producción tardía.
- Permite reducir el tamaño de las copas de algunas variedades muy vigorosas, utilizando patrones enanizantes.
- Se obtienen plantas con sistema radical que tolera condiciones adversas, principalmente de plagas, enfermedades y humedad.

### **3.6. Desventajas de la injertación**

También se tienen desventajas en el uso de esta técnica para la propagación de plantas, Chaycoj (2005, p. 16) menciona:

- El patrón puede producir brotes indeseables por debajo de la unión del injerto, haciendo necesaria una atención y vigilancia constante para proceder a su eliminación.
- Las técnicas de injertación no son siempre lo suficiente seguras para garantizar buen éxito.

- En ocasiones el injerto y el patrón son incompatibles, provocando que estos no puedan unirse.
- La yema utilizada puede ser latente, dificultando su brotación una vez que se ha hecho el injerto.

### **3.7. Recomendaciones ambientales a considerar en el proceso de injertación**

Las condiciones ambientales son consideradas de vital importancia en el proceso de unión entre el patrón y el injerto, por tal razón Collado (2017, p. 14) considera que:

- La humedad del suelo debe ser la suficiente, pero no excesiva, para todo el período de prendimiento y posterior brotación.
- En huertos regados por inundación hay que tener precaución de regar antes de efectuar la operación de injertación, ya que durante el período de prendimiento y realización del callo cicatrizal (25 a 30 días aproximadamente), no debe regarse, puesto que la aportación de agua durante el proceso de unión, provocaría exceso de flujo de savia; lo que podría conllevar a una elevada acumulación de dicha sustancia en la zona de unión y se produciría una separación del injerto.
- No se debe injertar en días lluviosos, dado que el exceso de humedad ambiental puede favorecer el desarrollo de ciertas enfermedades criptogámicas (hongos), que pueden afectar el prendimiento y posterior brotación de los injertos. Se exceptúan aquellos casos donde se disponga de estructuras que brinden protección de los excesos de precipitaciones (casa malla).

Se recomienda realizar el proceso de injertación cuando se presenten temperaturas entre los 25 a 28 ° C; y se disponga de una humedad relativa que oscile en un 80 a 90 %, ya que estos factores influyen en la formación de tejido de callo y posibilitan una buena unión del injerto con el patrón. (Castellón y Santamaria, 2019, p. 11)

### **3.8. Técnicas de injertos usados en árboles frutales y patrones más utilizados en la propagación de cítricos**

El método de propagación por injerto es conocido desde tiempos antiguos, así que no es de extrañarse que exista una gran cantidad de procedimientos para practicarlo, si bien en muchos casos solo se trata de ligeras variaciones de los sistemas clásicos. Los tipos de injertos pueden ser básicamente divididos en tres tipos: de yema, de púa y de aproximación. (INTA, 2003, p. 5-13]

Sin embargo, este mismo autor señala que las principales técnicas utilizadas en la propagación de árboles frutales son: “T o escudete, parche, hendidura, inglés y aproximación”.

La diversidad de portainjertos usados en el mundo para la propagación de cítricos varía mucho de una región a otra. Esto lo determina el fin que se persiga, la tendencia actual es la diversificación, es decir, no contar con uno solo. Los patrones más utilizados a nivel general son: *Poncirus trifoliata* L., Limón Rugoso, Naranja dulce, Lima Rangpur, Lima dulce, Mandarina Cleopatra, Mandarina Sunki, Naranja agrio, Citrange Troyer, Citrange Carrizo, Citrumelo Swingle, Citrange C-35, *Citrus macrophylla* L., *Citrus volkameriana* L., *Citrus junos* L., *Citrus grandis* L., *Citrus karna* L., *Citrus ichangensis* L., *Citrus amblycarpa* L. (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical [IIFT], 2010, p. 12-14)

### **3.9. Citrange Carrizo**

Es producto de un cruce de *Poncirus trifoliata* x *C. sinensis*, posee un tallo de crecimiento vertical, de altura media a grande, con presencia de espinas en posición horizontal, hojas trifoliadas de color verde oscuro. Presenta ventajas agronómicas como: patrón tolerante a la caliza activa, posee mayor resistencia a la asfixia radicular, a *Phytophthora* ssp (gomosis), al virus de la tristeza, *Psoriasis*, *Xyloporosis*, *Woody gall* (Protuberancias nerviales/agallas) y al nematodo *Radopholus similis* (Cobb). Las variedades injertadas sobre este patrón son más productivas. (Generalitat Valenciana, 2001, p. 28-29)

### **3.10. Flying Dragon**

Es una variedad de *Poncirus trifoliata* L., originario de la región centro norte de China, es un árbol de crecimiento esbelto, pero tortuoso (ondulaciones irregulares). Las ramas y espinas son torcidas y curvas. Las hojas son trifoliadas caducas. Posee la particularidad de actuar como enanizante; presenta resistencia al frío y a la salinidad, sin embargo, no es tolerante a la alcalinidad. (Garavello *et al.*, s. f.)

### **3.11. Acuerdo entre el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y la Universidad Nacional Agraria (UNA)**

OIRSA es un organismo internacional regional cuyo objetivo es apoyar los esfuerzos de los Estados miembros para lograr el desarrollo de sus planes de salud animal, vegetal y el fortalecimiento de sus sistemas cuarentenarios; dentro de sus funciones está facultado establecer mecanismos de coordinación con instituciones de investigación en apoyo a sus programas. La UNA es una institución de educación superior pública, autónoma, sin fines de lucro, que contribuye, desde la perspectiva del compromiso social universitario y al desarrollo agrario integral y sostenible.

Por lo anterior, el 28 de octubre del año 2014, OIRSA y UNA firmaron un convenio por un periodo de tiempo de 10 años, con el fin de fortalecer acciones de cooperación académica y técnica entre ambas instituciones y de esa manera incentivar la investigación, gestión del conocimiento y vinculación con la implementación del programa fitosanitario de apoyo a la cadena de cítricos.

Dicho acuerdo, ha promovido el incremento en el establecimiento de especies de cítricos en Nicaragua, debido a que entre los años 2016 a 2021 OIRSA ha vendido una cantidad de 70 249 plantas, libres de Huanglongbing (HLB).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del área de estudio

El estudio fue realizado en el invernadero de cítricos manejado por OIRSA, ubicado en la unidad experimental finca El Plantel, propiedad de la UNA; en los meses de marzo a julio del año 2021. Dicha propiedad se encuentra localizada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, municipio de Nindirí, en las coordenadas geográficas 12 ° 06´ 57´´ de latitud Norte y 86° 05´ 10´´ de longitud Oeste (Figura 1).

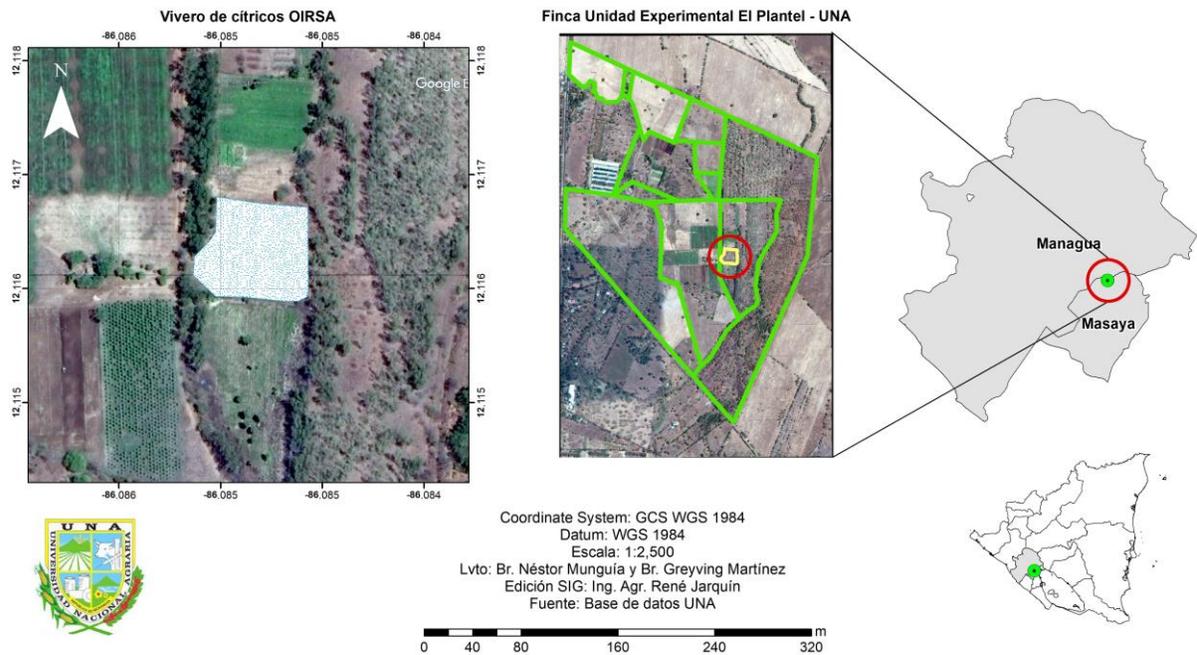


Figura 1. Localización geográfica del vivero de cítricos manejado por el OIRSA, ubicado en la unidad experimental finca El plantel, Masaya 2021.

Durante el desarrollo del experimento, en el interior de la infraestructura se registró una humedad relativa promedio de 18 %, y un cociente de temperatura igual 30.9 ° C, según los instrumentos de medición establecidos en esta misma.

De acuerdo a las mediciones realizadas por la estación meteorológica de finca El Plantel (marca Vantage PRO2 modelo 6 152); a lo largo de la etapa de campo del experimento; en el área se presentó un promedio de temperatura de 27 ° C, una humedad relativa media de 74 % y un acumulado de precipitaciones de 227.1 mm durante los meses de marzo a julio.

## 4.2. Diseño experimental y arreglo de los tratamientos

El experimento fue establecido en un arreglo bifactorial bajo un Diseño Completo al Azar (DCA), donde se evaluaron dos patrones trifoliatas (factor A): Citrange Carrizo (CC) y Flying Dragon (FD); en interacción con cuatro técnicas de injerto (factor B): enchape lateral con yema axilar (ELAYAX), enchape lateral con yema apical (ELAYAP), cuña con yema apical (CUYAP) y escudete de T-invertida con yema axilar (T-IYAX).

La combinación entre ambos factores originó ocho interacciones o tratamientos (Cuadro 2), los cuales se replicaron 25 veces. Los patrones utilizados se establecieron en bolsas de polietileno con dimensiones de ocho pulgadas de ancho y doce pulgadas de altura, bajo condiciones de invernadero.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio, Masaya 2021

Tratam	Factor A	Factor B	Nomenclatura	Descripción
T1	Citrangle Carrizo	Enchape lateral con yema axilar	CC + ELAYAX	Citrangle Carrizo más Enchape lateral con yema axilar
T2	Citrangle Carrizo	Enchape lateral con yema apical	CC + ELAYAP	Citrangle Carrizo más Enchape lateral con yema apical
T3	Citrangle Carrizo	Cuña con yema apical	CC + CUYAP	Citrangle Carrizo más Cuña con yema apical
T4	Citrangle Carrizo	T-invertida con yema axilar	CC + T-IYAX	Citrangle Carrizo más T-invertida con yema axilar
T5	Flying Dragon	Enchape lateral con yema axilar	FD + ELAYAX	Flying Dragon más Enchape lateral con yema axilar
T6	Flying Dragon	Enchape lateral con yema apical	FD + ELAYAP	Flying Dragon más Enchape lateral con yema apical
T7	Flying Dragon	Cuña con yema apical	FD + CUYAP	Flying Dragon más Cuña con yema apical
T8	Flying Dragon	T-invertida con yema axilar	FD + T-IYAX	Flying Dragon más T-invertida con yema axilar

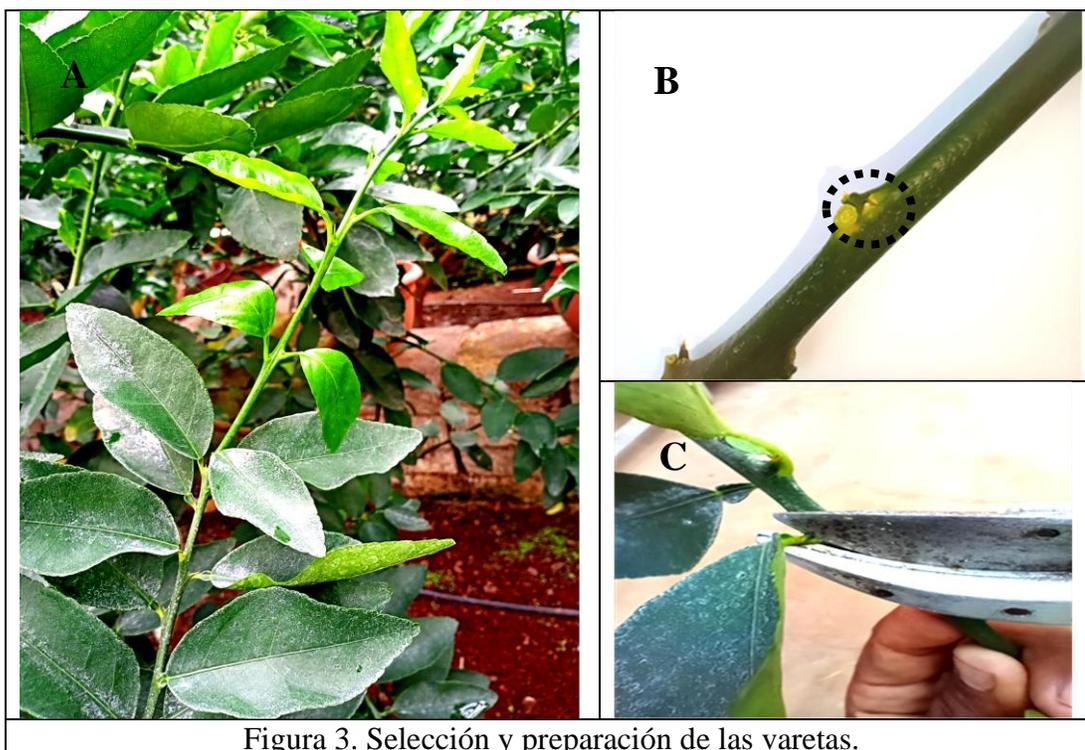
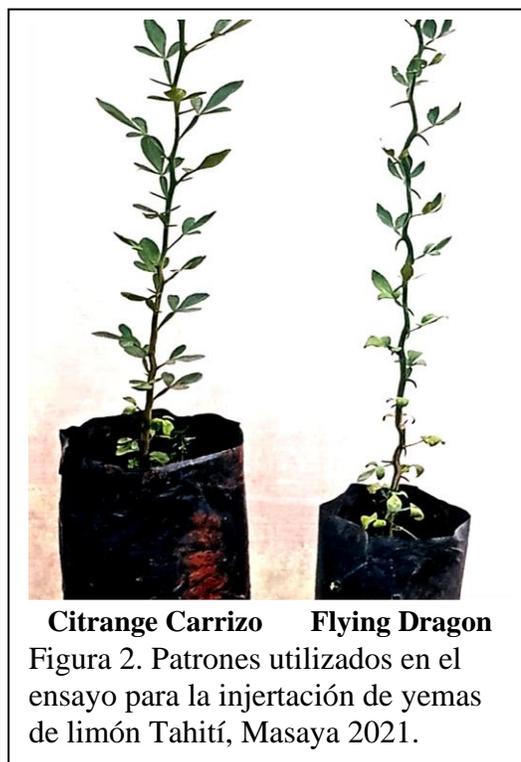
### 4.3. Manejo del ensayo y metodología

La injertación se realizó en patrones CC y FD (Figura 2), provenientes del invernadero de cítricos, manejado por el OIRSA. Para cada uno de los patrones se destinaron 100 plantas, las cuales fueron distribuidas en grupos de 25 para la aplicación de las técnicas de injerto.

#### 4.3.1. Selección de varetas

Las varetas se extrajeron de árboles productores de yemas de limón Tahití, con edad de cinco años. Se seleccionaron ramas jóvenes con hojas desarrolladas, que se encontraran en posición vertical, con exposición media a la radiación solar, de diámetro similar al de los patrones (A) y que presentaran al menos 12 yemas axilares

pronunciadas o activas (B). En cada una de ellas se eliminaron las hojas, pinchos y el tejido más lignificado (C). Las yemas, tenían tres meses de edad y corteza bien desarrollada (Figura 3).



### 4.3.2. Selección y preparación de los patrones



Se seleccionaron patrones sanos, con una altura entre 40 y 50 centímetros, con edad de seis meses y un diámetro de tallo de cinco milímetros (A). A todos los patrones se les eliminaron los brotes, hojas y pinchos situados en el tronco, hasta la altura de 30 a 35 centímetros, a partir del nivel del sustrato

contenido en la bolsa de polietileno donde se encontraban establecidos (B), (Figura 4).

### 4.3.3. Desinfección de las herramientas

Previamente al realizar cada uno de los cortes necesarios en cada técnica de injertación, se efectuó la desinfección de las herramientas utilizadas, asperjándolas con cloro al 1 %.

#### 4.3.4. Descripción del proceso aplicado en cada técnica de injertación

##### *Técnica 1. Enchape lateral con yema axilar*

**Paso 1.** A una altura de 35 centímetros y en un costado del patrón se realizó un corte longitudinal, de dos a tres centímetros, quedando como resultado una especie de lengüeta (A). En la parte superior del corte, se efectuó un siguiente corte de arriba hacia abajo, con longitud de tres a cuatro centímetros (B); donde se retiró la corteza presente con la navaja de injertar, procurando no dañar la lengüeta (C).

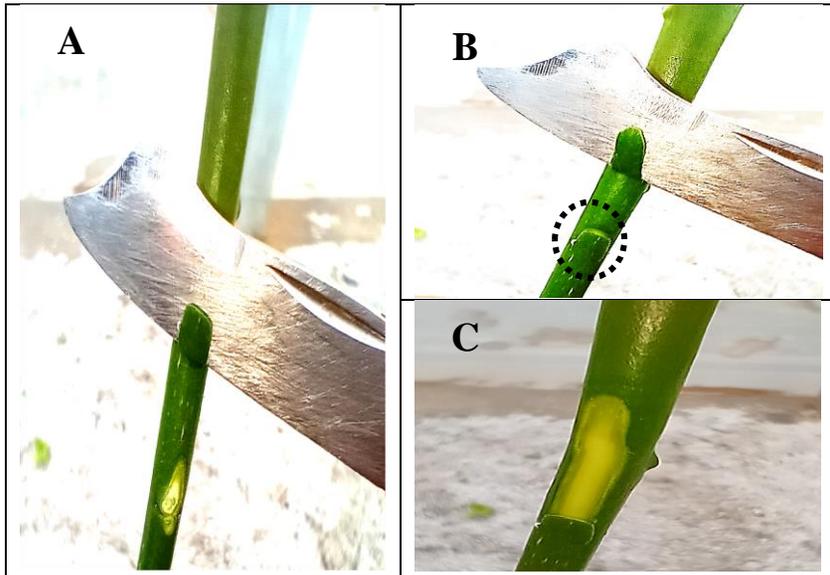


Figura 5. Cortes realizados en los patrones.

**Paso 2.** La yema extraída de las varetas seleccionadas (A), se colocó en las incisiones antes realizadas, orientando al contacto de los tejidos del patrón y la yema (B); esta fue fijada y protegida con una cinta plástica transparente (C), la cual se retiró a los 20 días posteriores (la eliminación de la cinta plástica se realizó en el mismo periodo de tiempo para todas las técnicas).

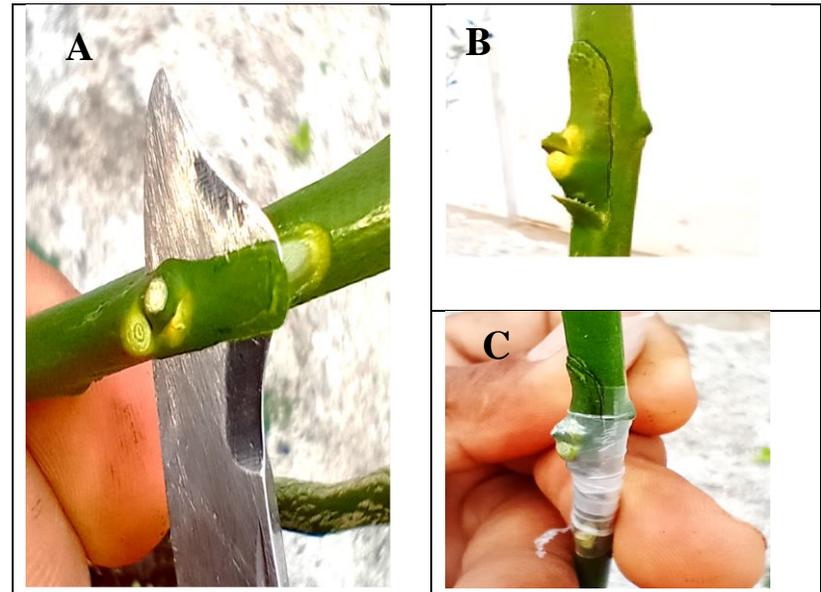


Figura 6. Extracción e inserción de la yema axilar y protección de la misma.

## ***Técnica 2. Enchape lateral con yema apical***

**Paso 1.** Los cortes realizados en el patrón para la técnica de enchape lateral con yema apical, se fundamentaron en la misma metodología aplicada para enchape lateral con yema axilar.



Figura 7. Incisiones en los patrones.

**Paso 2.** Se seleccionan varetas con longitud de aproximadamente 10 centímetros y que dispusieran de yemas apicales (A). Posteriormente, se realizó un corte en bisel de un centímetro de largo en un costado de la parte inferior (B), y un segundo corte opuesto al primero, de tres centímetros de longitud (C).

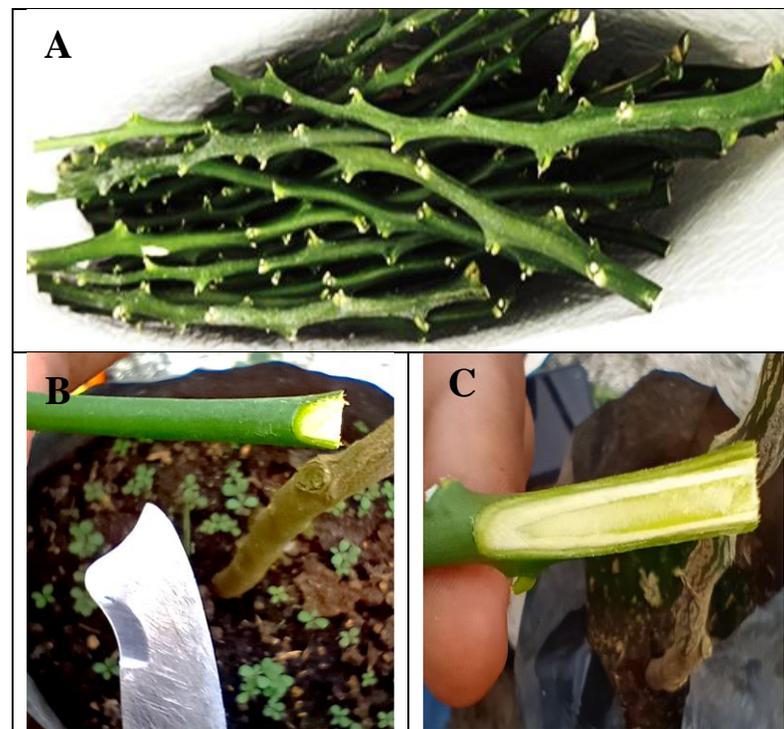


Figura 8. Selección y cortes en los costados de la parte inferior de las varetas.

**Paso 3.** Las varetas se introdujeron en los cortes realizados en el patrón (A); a la vez fueron fijadas (B) y protegidas con una cinta plastica transparente (C), dejando descubierto el extremo superior de estas (Figura 9).

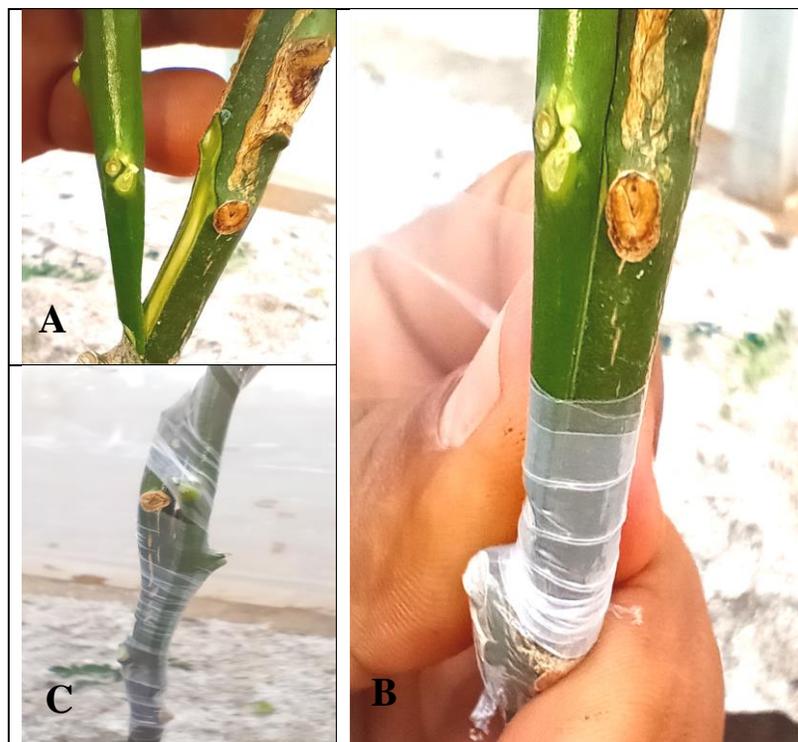


Figura 9. Inserción, fijación y protección de las varetas.

### ***Técnica 3. Cuña con yema apical***

**Paso 1.** A una altura de 30 centímetros del portainjerto se realizó un corte transversal (decapitado **A**). Se efectuó un segundo corte de forma vertical al centro del tallo del portainjerto, de arriba hacia abajo, con longitud de aproximadamente cinco centímetros (**B**), (Figura 10).



Figura 10. Cortes realizados en el patrón.

**Paso 2.** Se realizaron dos cortes opuestos en el extremo inferior de las varetas, en forma de bisel, de aproximadamente tres a cuatro centímetros de longitud (**A**), posteriormente se insertó la vareta en los cortes efectuados en el patrón (**B**), procurando que el xilema y peridermis de ambas partes hicieran contacto (Figura 11).



Figura 11. Cortes opuestos en bisel en varetas e inserción en el patrón.

**Paso 3.** El injerto fue fijado con una cinta plástica de abajo hacia arriba, cubriendo la zona de inserción, para evitar la deshidratación, y facilitar el proceso de cicatrización (A). En esta técnica se utilizaron bolsas plásticas transparentes como sistema de protección de los injertos; estas se colocaron sobre ellos de boca hacia abajo, atado el extremo abierto alrededor del patrón (B) y fueron extraídas a los 20 días después de la injertación. (Figura 12).

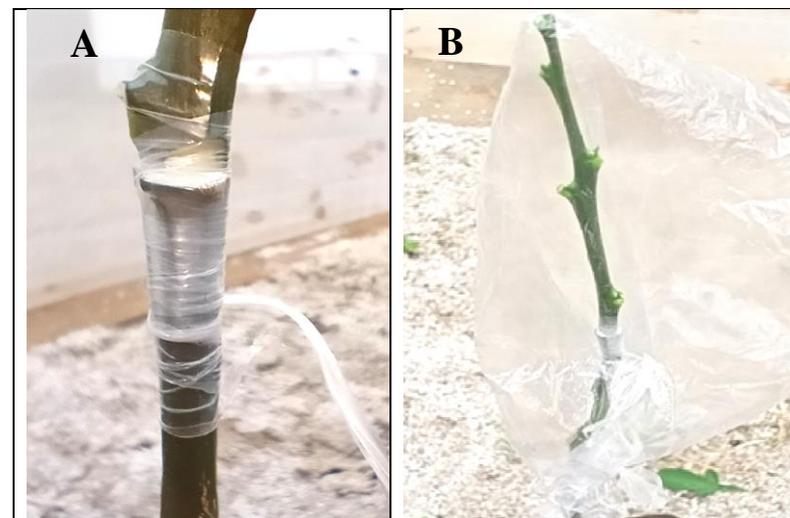


Figura 12. Fijación de varetas y colocación del sistema de protección en los injertos.

#### *Técnica 4. T-invertida con yema axilar*

**Paso 1.** A una altura de 30 a 35 centímetros del portainjerto en un costado se realizó un corte transversal de aproximadamente un centímetro de largo y otro vertical de tres centímetros de longitud, de manera que se formara una especie T invertida (A). De las varetas seleccionadas se obtuvieron yemas axilares de dos centímetros de longitud (B), (Figura 13).

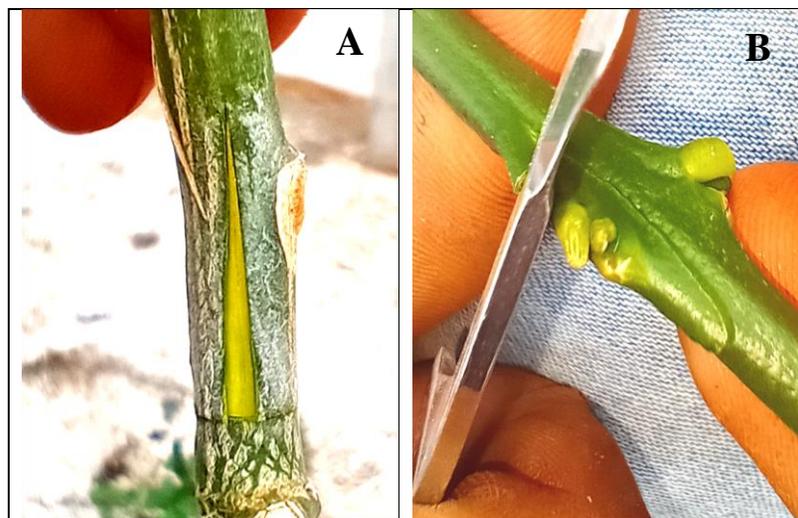


Figura 13. Realización del corte transversal y vertical en los patrones, y extracción de yemas axilares.

**Paso 2.** En la incisión vertical realizada en el patrón, se retiró la corteza presente y se introdujo la yema, procurando que quedara perfectamente adherida al cambium y cubierta por la corteza (A y B). Finalmente se ató el injerto con una cinta plástica de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo, cubriendo totalmente los cortes (C), (Figura 14).

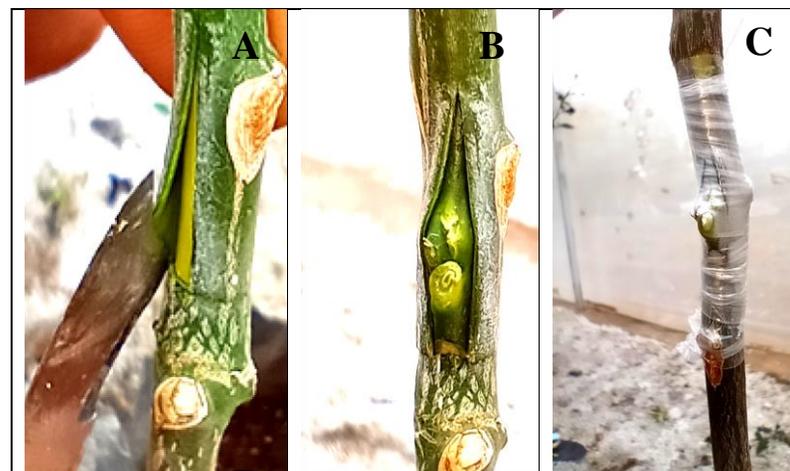


Figura 14. Levante de la corteza del patrón, e inserción de la yema y fijación de la misma.

#### **4.4. Variables evaluadas**

En el cumplimiento de los objetivos planteados para el ensayo, se establecieron un conjunto de variables a evaluar durante su etapa de campo. A continuación, se presentan cada una de ellas y el procedimiento realizado para su medición.

##### **4.4.1. Prendimiento de yema (%)**

Esta variable se evaluó a los 19, 21, 26, 32 y 39 días después de la injertación (ddi). Se consideraron como injertos prendidos aquellos que presentaran brotes. Los datos obtenidos se representaron en porcentajes, aplicando la fórmula: número de yemas vivas entre número de yemas plantadas por cien.

##### **4.4.2. Longitud de brotes (cm)**

Utilizando una cinta métrica se midió desde la base hasta el ápice de crecimiento de las yemas con presencia de brotes. La evaluación de esta variable se realizó a los 32, 62 y 92 ddi.

##### **4.4.3. Diámetro de brotes (mm)**

Se evaluó a los 32, 62 y 92 días después de la aplicación de las técnicas de injerto, a través de la medición a un centímetro de longitud de la base de los brotes, haciendo uso de un vernier.

##### **4.4.4. Número de hojas totales por yema injertada**

Para esta variable se contabilizaron a los 32, 62 y 92 ddi, el número de hojas totales considerándose todos los brotes de cada yema injertada.

##### **4.4.5. Área foliar (cm<sup>2</sup>)**

A los 98 días ddi se colectó una cantidad de 15 hojas por técnica de injerto, para determinar individualmente su área foliar en el programa imageJ versión 1.8.0. Los datos se promediaron en una hoja de cálculo Excel 2019; estos fueron multiplicados por la cantidad de hojas totales presentes en los brotes de los injertos a los 32, 62 y 92 ddi.

#### **4.5. Análisis de los datos**

Los datos obtenidos en campo se integraron en bases de datos Excel 2019. El análisis de la variable prendimiento de yema se realizó en el software Excel 2019. Para el resto de variables se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey al 5 % de error en el programa estadístico InfoStat versión estudiantil, con el propósito de identificar diferencias entre los tratamientos evaluados en el ensayo.

El modelo estadístico correspondiente al diseño experimental utilizado se describe como:

Modelo aditivo lineal de un diseño completo al azar

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = K-ésima observación del i-j-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (tipos de patrón), a estimar a partir de los datos del experimento.

$\beta_j$  = Efecto debido al j-ésimo nivel del factor B (técnicas de injertación), a estimar a partir de los datos del experimento.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de interacciones entre los factores A (tipos de patrón) y B (técnicas de injertación).

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental.

#### **4.6. Manejo agronómico del ensayo**

El manejo agronómico del ensayo se realizó en base a los protocolos productivos aplicados por el OIRSA dentro del vivero, para ello se siguieron las recomendaciones brindadas por el responsable de las actividades de manejo en campo.

##### **4.6.1. Sustrato de las bolsas**

Para la preparación del sustrato donde se encontraban establecidas las plantas, se utilizó una mezcla con la proporción de 50 % de tierra agrícola, 30 % estiércol de bovino compostado, 10 % de arena pómez y 10 % de cascarilla de arroz. A esta mezcla se le aplicó riego en horas de la mañana por un periodo de tiempo de cinco días, con el objetivo de garantizar un 70 % de humedad. Posterior a ello se adicionaron 50 gramos por metro cuadrado de Dazomet ® granulado (GR), con el propósito de controlar plagas y enfermedades de suelo.

La composición obtenida fue cubierta con plástico de color negro durante 21 días; finalizando este periodo de tiempo se retiró la lámina plástica, para ventilar la mezcla. Una vez concluido todo el proceso, se realizó el llenado de las bolsas plásticas de polietileno.

#### **4.6.2. Semilla de los patrones**

Las semillas utilizadas para la siembra de patrones se colocaron en un recipiente con agua durante 24 horas, con la finalidad de ablandar los tegumentos y asegurar una germinación eficiente. Posteriormente fueron sumergidas en una solución de 20 litros de agua que contenía 50 gramos de Metilbenzimidazol-2-il carbamato ® suspensión concentrada (SC), durante cinco minutos.

La siembra se realizó en bancos con dimensiones de seis metros de largo por uno punto veinte de ancho, que contenían arena pómez, y se encontraban bajo condiciones de invernadero. Para ello se efectuaron hoyos con profundidad de dos centímetros y distanciamiento de cinco centímetros entre sí. En cada uno de ellos se depositó una semilla, siendo tapada con la misma arena, con el objetivo de evitar pérdida de humedad de la semilla.

#### **4.6.3. Trasplante de plántulas a bolsas**

Esta actividad se realizó a los 45 días después de la siembra de la semilla de los patrones en los bancos, pues las plántulas presentaban de tres a cuatro hojas verdaderas. A cada una de ellas se les realizó una poda de raíz pivotante de unos 2 cm de longitud para evitar acolchamiento de la raíz al momento del trasplante.

Se introdujeron en un recipiente que contenía 50 gramos de *Trichoderma harzianum* Rifai diluidos en 20 litros de agua, por un período de tiempo de 15 minutos. A las bolsas que contenían el sustrato se les aplicó 100 mm de la solución; con el objetivo de prevenir daños de patógenos y permitir mayor desarrollo del sistema radicular, posterior a ello se llevó a cabo el trasplante de las plántulas.

#### **4.6.4. Riego**

El suministro de agua se realizó mediante un sistema de microaspersión, utilizando microaspersores con un caudal de 40 litros por hora. Se aplicó una frecuencia de riego de cada dos días, con un tiempo de duración de una hora. El volumen de riego aplicado fue de aproximadamente un litro por planta.

#### 4.6.5. Fertilización

La fertilización se fundamentó en la aplicación de sustancias foliares y edáficas, mediante una bomba de mochila con capacidad de 20 litros. Las dosis, frecuencias y formas de suministro utilizadas en el ensayo se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de las dosis, frecuencia y formas de aplicación de los fertilizantes en el ensayo

<b>Fertilizantes</b>	<b>Dosis total</b>	<b>Frecuencia y forma de aplicación</b>
Plasma Vegetal	60 ml/20 litros de agua	Cada 15 días (foliar)
Basfoliar Algae ® SL	100 ml/20 litros de agua	Cada 15 días (foliar)
Basfoliar ® Ca SL	100 ml/20 litros de agua	Cada 15 días (foliar)
NPK 18-46-0	1 kg/20 litros de agua	Mensual (al sustrato)
Urea 46 %	0.454 kg/20 litros de agua	Mensual (al sustrato)
Aminoleat 20-20-20 ®	1 kg/20 litros de agua	Cada dos meses (al sustrato)
NPK 15-15-15	1 kg/20 litros de agua	Mensual (al sustrato)
Nitrato de potasio	0.5 kg/20 litros de agua	Cada dos meses (al sustrato)

Fuente: Dávila, comunicación personal, 11 de septiembre de 2021

#### 4.6.6. Manejo de plagas

El manejo de plagas insectiles se efectuó a través de aplicaciones preventivas; asperjado el haz y envés de las hojas con una bomba de mochila con capacidad de 20 litros. En el Cuadro 4 se presentan las dosis, frecuencias y forma de aplicación utilizadas en el ensayo.

Cuadro 4. Descripción de las dosis, frecuencias y forma de aplicación de insecticidas en el ensayo

<b>Insecticidas</b>	<b>Dosis total</b>	<b>Frecuencia y forma de aplicación</b>
Avermectina ® EC	30 ml/20 litros de agua	Cada 15 día (foliar)
Lamdacialotrina Tiametoxan ® SC	10 ml/20 litros de agua	Mensual (foliar)
Clorpirifos 18 ® SC	40 ml/20 litros de agua	Mensual (foliar)
Imidacloprid Vecol 350 ® SC	40 ml/20 litros de agua	Mensual (foliar)

Fuente: Dávila, comunicación personal, 11 de septiembre de 2021

#### 4.6.7. Manejo de enfermedades

Se realizó aplicación al sustrato del fungicida Fosetil- Aluminio ®, a razón de 20 gramos en 20 litros de agua; así mismo, se aplicó Azoxystrobina ® SC en una dosis de 30 ml en 20 litros de agua, en el área foliar de los injertos. Ambas sustancias se suministraron cada 15 días con una bomba de mochila.

#### **4.6.8. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual cada 15 días durante toda la etapa de campo del ensayo.

#### **4.6.9. Eliminación de brotes en los patrones**

Utilizando una tijera de podar previamente desinfectada con cloro al uno por ciento, se eliminaron todos los brotes presentes en los tallos de los patrones, después de los 15 días de la injertación y durante todo el periodo de tiempo del ensayo en campo.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Prendimiento de yema (%)

En la propagación por injertos, una yema puede considerarse prendida cuando luego de haber sido injertada, inicia a emitir brotes, en un periodo de tiempo establecido. Universidad Nacional De Jaén (2019), afirma que “este proceso ocurre una vez que se une el patrón con el injerto, pues existe un entrelazamiento de las células de ambas partes, formando de esta manera un nuevo xilema y floema a partir de un nuevo cambium” (p. 18-19).

De acuerdo a los resultados obtenidos para esta variable, se determinó que el patrón Cítrange Carrizo (CC) alcanzó un prendimiento de yemas en menor tiempo, pues a los 19 días después de la injertación (ddi) logró un 8 % de prendimiento; superando a Flying Dragon (FD), dado que en ese período de tiempo no se observó prendimiento de yemas (Figura 15).

CC prevaleció con medias porcentuales más altas de prendimiento de yema ante FD, a los 21 (13 %), 26 (31 %), 32 (53 %) y 39 (68 %) ddi (Figura 15); demostrando con ello que al presentar un tallo erguido facilita el prendimiento de yema, no siendo así FD quien muestra dificultad de prendimiento debido a la presencia de un tallo ondulado (Figura 2) no posibilitando una unión total patrón injerto.

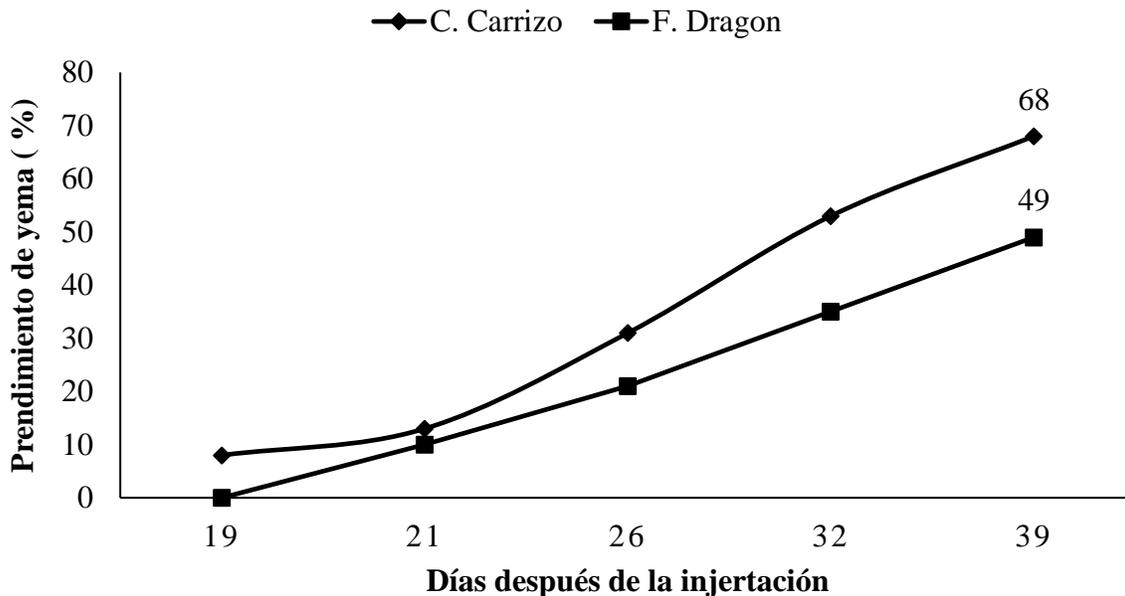


Figura 15. Prendimiento de yema (%) en patrones de cítricos evaluados, Masaya, 2021.

Según Bravo (2017), una de las excelentes cualidades del patrón Citrange Carrizo es “su buena influencia sobre la variedad injertada, destacándose por presentar principalmente altos porcentajes de injertos prendidos y anticipación en la producción de frutos” (Citado por González, 2017, p. 29).

Yanes (2004) sostiene que Citrange Carrizo es una de las especies más utilizadas como patrón, debido a que promueve con mayor facilidad el inicio y rápido desarrollo de yemas injertadas bajo condiciones de vivero. En un experimento desarrollado por este autor se reporta que al realizar microinjertos de limón Tahití en Citrumelo CPB4475, Mandarina Cleopatra, *C. Volkameriana* y Citrange Carrizo, este último fue el único en presentar evidencias de prendimiento.

Por su parte, Medrano (2014) da a conocer en un estudio realizado en Bolivia, que al evaluar cinco patrones (Mandarina Cleopatra, Limón Rugoso, Citrange Carrizo, Limón Volkameriano, Naranja Trifoliada) en la multiplicación de dos variedades de naranja dulce (Washington Navel, Valencia Tardía) y de mandarina (Encoré, Satsuma) en condiciones de vivero, los tres mejores porcentajes de prendimiento en naranja fueron: Volkameriano con un 99.5 %, Rugoso 99 % y Carrizo con 92.5 %; mismos que mostraron los mayores valores en mandarina: 97.5 %, 97.5 % y 96.5 % respectivamente.

Con respecto a los resultados de las interacciones, se obtuvo que únicamente en CC + ELAYAP a los 19 ddi hubo respuesta en el prendimiento de yemas con 32 %, en el resto de las interacciones no se observó diferencias. En las observaciones a los 21, 26, 32 y 39 ddi el patrón CC + ELAYAP mantuvo el mejor comportamiento, hasta alcanzar el 100 %, mientras que el resto de las técnicas de injertación en este patrón fueron inferiores.

En cuanto al patrón FD, la técnica CUYAP fue la que obtuvo mayores valores hasta alcanzar un 80 % de yemas prendidas a los 39 ddi con respecto a las demás interacciones.

Miranda (2017) indica que la técnica de injertos enchape lateral con yema apical o púa lateral (ELAYAP), es la más recomendable para la multiplicación de especies frutales, considerando los resultados obtenidos en su evaluación en el cultivo de guanábana; donde obtuvo un 73.33 % de prendimiento de yemas con su aplicación, siendo superior al injerto de parche, pues este logró un 63.92 %.

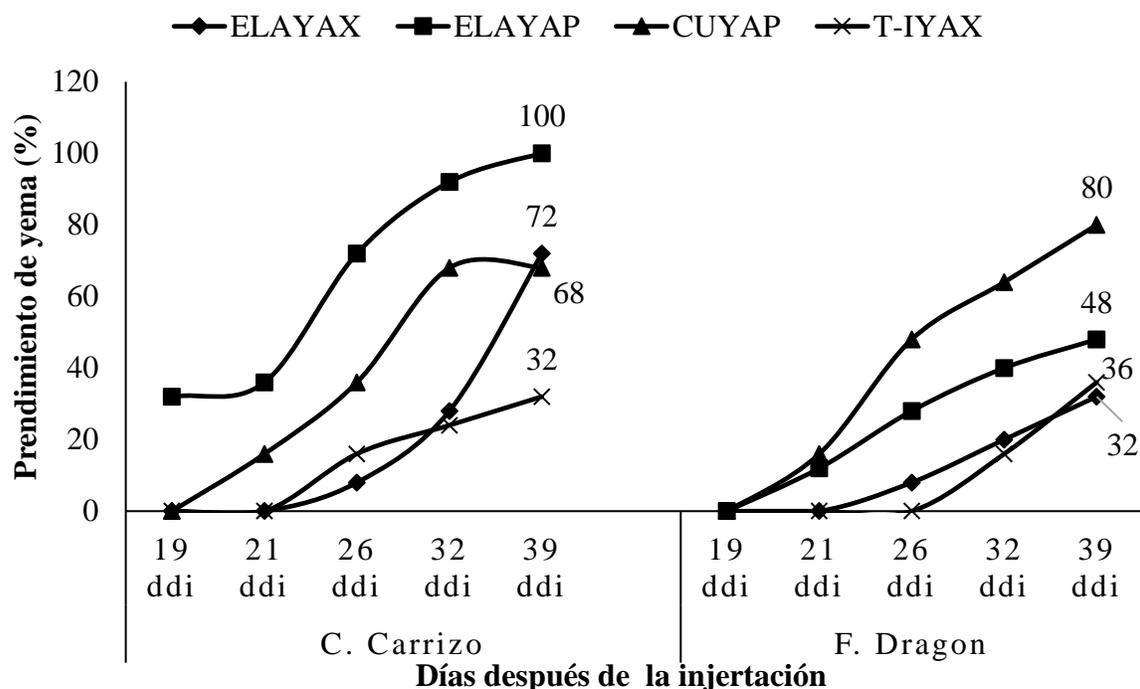


Figura 16. Porcentajes de prendimiento de yema por patrón y técnica de injertos evaluada.

## 5.2. Longitud de brotes (cm)

Los brotes son definidos como un nuevo crecimiento vegetativo en las plantas, estos incluyen tallos, yemas y hojas. González y Mendieta (2010) dan a conocer que la longitud de brotes es una variable de suma importancia, desde el punto de vista productivo es uno de los elementos principales que componen el índice de cosecha de una planta. A la vez, plantean que entre mayor longitud exista en ellos se tendrá un mayor número de yemas y por tanto un alto índice de crecimiento.

Según los resultados que se presentan en el Cuadro 5, el análisis de varianza a los 32 ddi fue no significativo ( $p= 0.2197$ ) entre los patrones evaluados, en cambio a los 62 y 92 ddi mostraron diferencias significativas ( $p= 0.0001$ ), alcanzando en el patrón CC una longitud de 10.46 y 16.84 cm respectivamente, comparativamente superior a FD.

Larico (2015) realizó un ensayo para determinar la compatibilidad de 12 patrones y yemas provenientes de tres cultivares de cítricos, observando que los injertos sobre el patrón Citrange Carrizo fueron uno de los mejores en relación a la longitud de brotes, debido que a los 14, 42, 70 y 98 ddi mostraron promedios de: 5.33, 16.82, 36.53 y 53.65 cm respectivamente.

Con respecto a las técnicas de injertación, en los tres momentos de muestreo (32, 62 y 92 ddi), el análisis de varianza resultó ser estadísticamente diferente ( $p= 0.0001$ ), donde T-IYAX presentó el mejor comportamiento, diferenciándose del resto; no obstante, a los 92 ddi, tanto ELAYAX (18.74 cm) y T-IYAX (17.80 cm) no fueron estadísticamente diferentes. Resultados similares utilizando la técnica de enchape lateral en tres variedades de mango (*Mangifera indica* L.): Tommy Atkins, Haden e Irwin, fueron obtenidos por González y Hernández (1987), encontrando que la variable longitud de brotes expresó sus mayores promedios a los 47 ddi (3.42 cm) y 70 ddi (6.56 cm).

Ludeña (2019) al emplear técnicas de injertación, entre ellas tipo corteza modalidad yema o escudete de T-invertida para la producción de plántulas de zapote (*Matisia cordata* Humb y Bonpl) en condiciones de vivero; a los 165 ddi encontró en la variable longitud de brotes una media de 6.063 cm.

En cuanto al análisis de varianza realizado a las interacciones, se determinó diferencias significativas ( $p= 0.0001$ ) a los 32, 62 y 92 ddi. Se encontró que en esta variable tuvo un mejor desempeño el patrón CC injertado con las técnicas T-IYAX (6.32, 21.50, 22.86 cm) y ELAYAX (4.38, 11.46, 24.59 cm).

Cuadro 5. Respuesta en la longitud de brotes (cm) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi

	Tratamientos	Días después de la injertación (ddi)		
		32	62	92
Patrones	Citrango Carrizo (CC)	3.42 a	10.46 a	16.84 a
	Flying Dragon (FD)	2.96 a	5.76 b	11.74 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.2197	0.0001	0.0001
Técnicas de injertación	ELAYAX	5.20 ab	8.15 ab	18.74 a
	ELAYAP	3.56 ab	7.09 b	11.13 b
	CUYAP	1.97 b	5.47 b	9.50 b
	T-IYAX	6.02 a	11.72 a	17.80 a
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0001	0.0001	0.0001
Interacciones	CC + ELAYAX	4.38 ab	11.46 b	24.59 a
	CC + ELAYAP	3.77 ab c	8.90 bc	13.80 b
	CC + CUYAP	1.83 bc	6.47 bc d	10.95 b
	CC + T-IYAX	6.32 a	21.50 a	22.86 a
	FD + ELAYAX	1.64 bc	4.37 cd	11.01 b
	FD + ELAYAP	3.38 ab c	5.95 bc d	9.69 b
	FD + CUYAP	2.26 bc	4.57 cd	8.10 b
	FD + T-IYAX	0.70 c	1.95 d	13.51 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0001	0.0001	0.0001

### 5.3. Diámetro de brotes (mm)

Acosta (2005) menciona que “el diámetro de los brotes del injerto corresponde a la formación de células somáticas del parénquima del patrón y la yema, las cuales promueven el crecimiento de nuevos tejidos” (p. 63).

De acuerdo con el análisis de varianza realizado para la variable diámetro de brotes, a los 32, 62 y 92 ddi los patrones evaluados presentaron diferencias estadísticas, siendo CC con los valores superiores de 1.54, 2.38 y 4.30 mm respectivamente, al compararse con FD (Cuadro 6). Este resultado pudo estar determinado por la buena capacidad de CC para promover el crecimiento vegetativo de las yemas injertadas, llegando a desarrollar en la mayoría de los casos plantas vigorosas.

La comparación entre las técnicas de injertación confirió diferencias estadísticas en las tres mediciones realizadas (32, 62, 92 ddi), siendo T-IYAX quien alcanzó los promedios más altos (1.61, 2.99 y 4.68 mm respectivamente), superando al resto.

Amaguaya (2019) al utilizar la técnica de injertación de escudete de T-invertida, para la producción de plantas de aguacate (*Persea americana* L.) bajo condiciones de vivero, encontró medias superiores a los 30 (2.54 mm) y 60 (3.37 mm) ddi, sin embargo, en su última medición realizada a los 90 ddi, registró un promedio inferior (4.13 mm) al presentado en el Cuadro 5 a los 92 ddi con esta misma técnica; esto demuestra que según la especie a propagar, expresa mejor comportamiento con una técnica de injertos diferente.

Los resultados obtenidos respecto a las interacciones demostraron que en las mediciones a los 32, 62 y 92 ddi se obtuvieron diferencias significativas, encontrándose los mejores promedios en las combinaciones CC + T-IYAX (2.11, 2.81 y 4.10 mm respectivamente) y FD + T-IYAX (2.04, 3.18 y 4.36 mm respectivamente).

Cuadro 6. Respuesta en el diámetro de brotes (mm) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi

	Tratamientos	Días después de la injertación (ddi)		
		32	62	92
Patrones	Citrango Carrizo (CC)	1.54 a	2.38 a	4.30 a
	Flying Dragon (FD)	1.29 b	2.12 b	2.80 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0002	0.0072	0.0001
Técnicas de injertación	ELAYAX	1.29 b	2.12 b	2.20 b
	ELAYAP	1.26 b	1.94 c	2.53 b
	CUYAP	1.22 b	1.70 c	1.99 c
	T-IYAX	1.61 a	2.99 a	4.68 a
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0004	0.0001	0.0001
Interacciones	CC + ELAYAX	1.74 ab	1.88 b	2.19 b
	CC + ELAYAP	1.49 bc	2.10 ab	2.34 b
	CC + CUYAP	1.26 bc	1.51 b	1.72 bc
	CC + T-IYAX	2.11 a	2.81 a	4.10 a
	FD + ELAYAX	1.18 bc	1.69 b	2.20 b
	FD + ELAYAP	1.20 bc	1.76 b	2.51 b
	FD + CUYAP	1.20 bc	1.40 b	1.70 bc
	FD + T-IYAX	2.04 a	3.18 a	4.36 a
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0001	0.0001	0.0001

#### 5.4. Número de hojas totales por yema injertada

Las hojas son un órgano fundamental en las plantas, debido a que a través de ellas realizan procesos como la fotosíntesis, respiración y transpiración; además en muchos casos son de utilidad para el ser humano, ya que pueden aprovecharse las propiedades medicinales existentes en estas.

Según el análisis de varianza realizado al factor patrones, se encontró diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), en las mediciones realizadas a los 32, 62 y 92 ddi resultando con el mejor desempeño el patrón CC alcanzando valores de 12.02, 18.76 y 30.22 hojas totales respectivamente; superando a FD. Estos resultados se explican según Bravo (2014), en que el “patrón Citrange Carrizo confiere mayor compatibilidad o afinidad por su buena influencia sobre la variedad injertada (p. 25)”.

Con relación a las técnicas de injertación, los resultados del análisis de varianza determinaron que en las mediciones realizadas a los 32, 62 y 92 ddi hubo diferencias significativas, siendo ELAYAP con los valores más altos de hojas totales; sin embargo, a los 92 ddi no es estadísticamente diferente a CUYAP (Cuadro 7).

Estos resultados eran de esperarse, debido a que para la técnica de injertación ELAYAP y CUYAP se utilizaron varetas que presentaron una longitud de aproximadamente 10 cm y al menos 12 yemas activas, por tanto, al haber mayor número de yemas habrá mayor emisión de hojas. Mientras que, para el caso de T-IYAX y ELAYAX se utilizó una yema axilar, indudablemente al haber solo una yema axilar habrá menor emisión de hojas.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Surichaqui (2019), quien al aplicar diferentes tipos de injertos en el cultivo de Anona (*Annona muricata* L.), “obtuvo resultados similares entre el injerto por empalme con 7 hojas, mientras el injerto por púa lateral (enchape lateral) presentó 6 unidades y púa central (cuña) con 7 unidades, siendo superiores al resto (p. 28)”.

El resultado del análisis estadístico de las interacciones realizado a los 32, 62 y 92 ddi fue significativo ( $p < 0.005$ ); destacándose el CC injertado con ELAYAP (16.90, 25.44, 33.40 hojas totales respectivamente) y CUYAP (15.45, 22.73, 35.67 hojas totales respectivamente) en comparación con el resto.

Cuadro 7. Respuesta en el número de hojas totales por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi

	Tratamientos	Días después de la injertación (ddi)		
		32	62	92
Patrones	Citrange Carrizo (CC)	12.02 a	18.76 a	30.22 a
	Flying Dragon (FD)	7.10 b	9.79 b	17.50 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.003	0.0001	0.0001
Técnicas de injertación	ELAYAX	5.39 b	8.01 c	18.39 b
	ELAYAP	14 a	21.15 a	27.82 a
	CUYAP	13.46 a	17.20 ab	27.57 a
	T-IYAX	5.39 b	10.75 bc	21.38 ab
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0005	0.0001	0.0004
Interacciones	CC + ELAYAX	7.80 bc	11.50 bcd	24.11 abcd
	CC + ELAYAP	16.90 a	25.44 a	33.40 ab
	CC + CUYAP	15.45 a	22.73 ab	35.67 a
	CC + T-IYAX	7.17 bc	16.13 abcd	28.38 abc
	FD + ELAYAX	3 d	5.75 cd	13.38 d
	FD + ELAYAP	10.60 ab	17.08 abc	23 bc d
	FD + CUYAP	11.33 ab	11.89 bcd	20 cd
	FD + T-IYAX	7 bc	5.38 d	14.38 d
	<b>Prob&gt;F</b>	0.003	0.0001	0.0001

### 5.5. Área foliar (cm<sup>2</sup>)

Kucharik *et al.* (1998) dan a conocer que el área foliar está asociada a la mayoría de procesos biológicos y fisiológicos, y es afectada por factores ambientales y agronómicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía (Citado por Cabezas *et al.*, 2009).

Mediante el análisis de varianza, se determinó que en las mediciones realizadas a los 32, 62 y 92 ddi hubo significancia estadística ( $p < 0.05$ ), superando en los tres momentos de evaluación el patrón CC (636.21, 989.02 y 1 591.58) a FD. Berdeja *et al.* (2010) indica que la menor área foliar en cuatro hojas de Lima persa (*Citrus latifolia* L.) la presentaron las plantas injertadas en Flying Dragon (124 cm<sup>2</sup>).

Respecto a las técnicas de injertación, en los tres momentos de evaluación resultaron diferencias estadísticas, siendo las técnicas ELAYAP y CUYAP similares, presentando los mayores valores de área foliar. Esta variable está influenciada por el número de hojas, y por ello en estas mismas técnicas de injertación se obtuvo la mayor cantidad de hojas.

En un estudio realizado por Surichaqui (2019), aplicando injerto en plántones de Anona (*Annona muricata* L.), afirma que “la técnica de púa central (cuña) en la variable área foliar obtuvo 7.16 cm<sup>2</sup> y la técnica de púa lateral (enchape lateral) alcanzó 7.38 cm<sup>2</sup>, superando al resto” (p. 30).

En cuanto al análisis de varianza realizado a las interacciones, resultaron estadísticamente significativas en las tres mediciones realizadas. De estas, mostraron un mejor desempeño CC + ELAYAP (Cuadro 8), mientras que, la combinación FD + ELAYAX a los 92 ddi presentó el valor más bajo de área foliar (507.58 cm<sup>2</sup>).

Cuadro 8. Respuesta en el área foliar (cm<sup>2</sup>) por yema injertada, a los 32, 62 y 92 ddi

	Tratamientos	Días después de la injertación (ddi)		
		32	62	92
Patrones	Citrango Carrizo (CC)	636.21 a	989.02 a	1 591.58 a
	Flying Dragon (FD)	338 b	465.52 b	828.05 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.002	0.0001	0.0001
Técnicas de injertación	ELAYAX	277.35 b	413.51 b	946.62 b
	ELAYAP	757.99 a	1 141.21 a	1 511.34 a
	CUYAP	705.95 a	878.10 a	1 427.74 a
	T-IYAX	207.14 b	476.25 b	953.55 b
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0004	0.0001	0.0001
Interacciones	CC + ELAYAX	437.97 ab	645.73 bc	1 353.84 ab c
	CC + ELAYAP	999.07 a	1 503.50 a	2 002.31 a
	CC + CUYAP	698.85 ab	1 028 ab	1 612.85 ab
	CC + T-IYAX	311.11 ab	699.99 bc	1 231.76 b cd
	FD + ELAYAX	113.85 b	218.21 c	507.58 e
	FD + ELAYAP	415.73 ab	670.01 bc	902.06 cd e
	FD + CUYAP	671.39 ab	704.64 bc	1 184.80 bc d
	FD + T-IYAX	328.86 ab	252.52 c	675.34 de
	<b>Prob&gt;F</b>	0.0001	0.0001	0.0001

## **VI. CONCLUSIONES**

Las técnicas de injertos de Enchape lateral con yema apical (ELAYAP) y Cuña con yema apical (CUIYAP) presentaron los mejores promedios estadísticos en cuanto a prendimiento de yema, número de hojas y área foliar, superando a las técnicas de Enchape lateral con yema axilar (ELAYAX) y T-invertida con yema axilar (T-IYAX).

El patrón Citrange Carrizo (CC) superó a Flying Dragon (FD) en todas las variables evaluadas, obteniendo prendimiento de yemas en menor tiempo y a la vez el mayor porcentaje a los 39 ddi.

La interacción conformada por el patrón Citrange Carrizo y la técnica Enchape lateral con yema apical obtuvo el mejor resultado en las variables prendimiento de yema, número de hojas y área foliar.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Continuar con la investigación utilizando el patrón Citrange Carrizo con distintas variedades de cítricos para seguir comprobando su compatibilidad y efectividad.
- Utilizar la técnica de injertos Enchape lateral con yema apical de Limón Persa con el patrón Citrange Carrizo.
- En caso de disponer de patrón Flying Dragon se recomienda utilizar la técnica Cuña con yema apical.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta Muñoz, A. (2005). *La técnica del injerto en plantas hortícolas*. [http://www.horticom.com/revistasonline/extras/2005/A\\_Acosta.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/extras/2005/A_Acosta.pdf)
- Amaguaya Colcha H. M. (2019). Evaluación de tres tipos de injertos en cuatro variedades de aguacate (*Persea americana*) para la producción de plantas en vivero, Cantón Guano, provincia de Chimborazo [Proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo en línea. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13174/1/13T0888.pdf>
- Barbosa Peña, D. S., Martínez Daza, C. A., Salas, C. M., y Tinoco Huertas, F. S. (2019). “Limón Tahití: Un cítrico proveniente de los agricultores de la vereda San Vicente de Tibacuy – Cundinamarca y su posible exportación hacia los Estados Unidos” [Bloque Transversal, Fundación Universitaria Politécnica Grancolombiano]. Google Académico. <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1785/TG%20-%20Grupo%2032.pdf?sequence=1>
- Berdeja Arbeu, R., Villegas Monter, A., M. Ruíz-Posadas, L., Sahagún-Castellanos, J., y Colinas León, M. (2010). Interacción lima persa-portainjertos. efecto en características estomáticas de hoja y vigor de árboles. *Chapingo Serie Horticultura* 16(2): 91-97. [https://www.researchgate.net/publication/262633560\\_Interaccion\\_lima\\_persa-portainjertos\\_Efecto\\_en\\_caracteristicas\\_estomaticas\\_de\\_hoja\\_y\\_vigor\\_de\\_arboles](https://www.researchgate.net/publication/262633560_Interaccion_lima_persa-portainjertos_Efecto_en_caracteristicas_estomaticas_de_hoja_y_vigor_de_arboles)
- Bravo, O. (2014). *Propiedades del carrizo*. calameo.com. Recuperado el 17 de octubre de 2021. <https://es.calameo.com/read/00315092185fc558b6f3b>
- Cabezas Gutiérrez, M., Peña, F., Duarte, H.W., Colorado, J.F., y Lora Silva, L. (2009). Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *U.D.C.A.*, 12 (1): 121-130. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a13.pdf>
- Castellón Méndez, F. E., y Santamaria Varela, W. D. (2019). *Evaluación de dos técnicas de injertación en el cultivo de tomate (solanum lycopersicum) bajo condiciones de micro-túnel en el campus agropecuario unan-león periodo agosto - noviembre 2017* [Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA]. Google Académico. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7781/1/244656.pdf>
- Chaycoj Sian, J. L. (2005). Evaluación del prendimiento de injerto de cacao (*Theobroma cacao* L.) UF-667, en cinco etapas de crecimiento del patrón Pound-7 [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2223.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2223.pdf)
- Collado Alamar, J. M. (2017). *El injerto de cítricos en campo (I)*. <https://valencia.consellagrari.com/wp-content/uploads/2017/10/INJERTO-DE-CI%CC%81TRICOS-1.pdf>
- EcuRed. (s. f.). *Injerto*. Recuperado el 19 de agosto de 2021. <https://www.ecured.cu/Injerto>
- Garavello, M., Beltran, V., & Kornowski, M. (s. f.). *CATÁLOGO DE PORTAINJERTOS CÍTRICOS*. inta.gob.ar. Recuperado 17 de noviembre de 2021. [http://inta.gob.ar/sites/default/files/catalogo\\_de\\_variedades\\_de\\_portainjerto.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/catalogo_de_variedades_de_portainjerto.pdf)

- Generalitat Valenciana. (2001). *Patrones y Variedades de Cítricos*. agroambient.gva.es. Recuperado 18 de noviembre de 2021. <https://agroambient.gva.es/documents/163228750/167772281/Patrones+y+variedades+de+c%C3%ADtricos/ce05b440-e4f7-484c-947a-0fd153bff63d>
- González Bonillo, D. (2017). Patrones y variedades de cítricos: Un recorrido histórico [Tesis de maestría, Universidad Miguel Hernández de Elche]. Archivo en línea. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4201/1/TFM%20Gonz%C3%A1lez%20Bonillo%2C%20Daniel.pdf>
- González Gutiérrez, J. A., y Mendieta Mendieta, E. J. (2010). Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el rendimiento, crecimiento y rentabilidad del nopal (*Opuntia ficus indica* L.), Diriamba, Carazo, 2009 [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Archivo en línea. . <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30g643e.pdf>
- González M, W. R., y Hernández L, R. L. (julio, 1987). Evaluación del prendimiento y desarrollo de dos tipos de injerto en tres cultivares de mango (*Mangifera indica*). 20 (3), 13-20. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78678/2Gonzalez-mango.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. [IIFT]. (2010). *Principales cultivares y patrones utilizados en la citricultura*. <http://riacnet.net/wp-content/uploads/2014/11/Conf-1-Cultivares.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. [INIDE]., y Ministerio Agropecuario y Forestal. [MAGFOR]. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO)*. <http://www.fao.org/3/I9362ES/i9362es.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [INTA]. (2003). *La injertación en frutales* (Boletín de divulgación n. 14). Editorial. Comisión de Publicaciones de la EEA San Pedro. <https://agrohuertos.com/wp-content/uploads/2020/10/DESCARGA-DE-MANUAL-DE-INJERTOS-FRUTALES.PDF.pdf>
- Lacayo, L. N. (11, junio, 2013). Cítricos amenazados: Una bacteria ataca plantaciones en varias zonas de Nicaragua. *El Nuevo Diario*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/288686-citricos-amenazados/>
- Larico Cruz, R. R. (2015). Compatibilidad de patrones y yemas en el injerto de cítricos en Echarati- La Convención- Cusco [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Archivo en línea. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/138/253T20150043.pdf?sequence=1>
- León, G., y Hernández Quiroga, E. N. (2012). *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. Editorial. Board. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53415064/citricos-withcoverpagev2.pdf?Expires=1623793052&Signature=NopqSvxjnB55NMgwEyKfV9kY3T3SNZg3eUxIo8~qm3qv~2DRgsYuaFXueAW~TK6KrfgoUKvPHiR6iHjMITJJnfaL96cY0ZMScZuyHweV6DTbNZM5nY72qkj8fVWbtctM879jS7j65ItknNUZ8rSRtqB2pr3CGIYWjJpG835ht9rms3MlvKfsMvJbBzjh4mElrKe7Oe9FWtXCknZgk3pUI~ZpyvLDNGoXzx~QiDnzbmbMdBoylkJXTjZ5pB19mLWd8s48RtIHlx803CZHJr~uWoz2MIAUusrSeR~PyQJKIYaNE1RjhwSVnb6ytgMRAhjp7yHqaYv~uA9WRm9PVQ\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=49](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53415064/citricos-withcoverpagev2.pdf?Expires=1623793052&Signature=NopqSvxjnB55NMgwEyKfV9kY3T3SNZg3eUxIo8~qm3qv~2DRgsYuaFXueAW~TK6KrfgoUKvPHiR6iHjMITJJnfaL96cY0ZMScZuyHweV6DTbNZM5nY72qkj8fVWbtctM879jS7j65ItknNUZ8rSRtqB2pr3CGIYWjJpG835ht9rms3MlvKfsMvJbBzjh4mElrKe7Oe9FWtXCknZgk3pUI~ZpyvLDNGoXzx~QiDnzbmbMdBoylkJXTjZ5pB19mLWd8s48RtIHlx803CZHJr~uWoz2MIAUusrSeR~PyQJKIYaNE1RjhwSVnb6ytgMRAhjp7yHqaYv~uA9WRm9PVQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=49)

- Ludeña Navarro, L. M. (2019). "Producción de plántones de zapote (*Matisia cordata* Humb. & Bonpl.) con cuatro métodos de injertos en condiciones de vivero en tingo maría" [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria De la Selva]. Archivo en línea. [https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/LMLN\\_2019.pdf](https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/LMLN_2019.pdf)
- Medina Cabrera, C. E., y Perdomo Molina, A. C. (2013). *INJERTOS DE PÚA EN FRUTALES DE HUESO Y PEPITA*. [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/frut\\_479\\_INJERTO%20vers3%202013.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/frut_479_INJERTO%20vers3%202013.pdf)
- Medrano Aruquipa, H. F. (2014). Evaluación de cinco portainjertos en la multiplicación de dos especies en cítricos naranja (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) en condiciones de vivero en la estación experimental de Sapecho-La Paz [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Archivo en línea. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5371/T-1970.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [MADR]. (2004). *LA CADENA DE CITRICOS EN COLOMBIA*. <http://repiica.iica.int/docs/B0148e/B0148e.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. [MINAGRI]. (2018, junio). *Injerto en Aguacate*. intagri.com. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/injerto-en-aguacate>
- Miranda Tejada, F. F. (2017). Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (*Annona muricata*, L. Annonaceae) [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar]. Archivo digital. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Miranda-Felton.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [FAO]. (2005). *Técnicas de injertación en cultivos de fruta*. fao.org. <http://www.fao.org/3/CA3249ES/ca3249es.pdf>
- Quintero, L. (17, mayo, 2015). Rivas apuesta por exportar limón Tahití. *El Nuevo Diario*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/360169-rivas-apuesta-exportar-limon-tahiti/>
- Surichaqui, E. (2019). Cuatro Tipos de Injerto en la Propagación de Plántones de *Annona Muricata* L., en la Zona de Satipo [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Google Académico. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5841/T010\\_74551983\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5841/T010_74551983_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Universidad Nacional De Jaén. (2019). *Injertación en frutales: contribución en fisiología vegetal*. <http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/280/MANUAL%20DE%20INJERTACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yanes, J. E. (2004). Evaluación de las técnicas de termoterapia y microinjerto in vitro de ápices meristemáticos de limón pèrsico (*Citrus latifolia* Bearss.), sobre diferentes portainjertos en el Salvador [Tesis de grado, Universidad De El Salvador]. Archivo en línea. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8692/1/19200575.pdf>