



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Evaluación del crecimiento, desarrollo y  
producción del cultivo de maracuyá  
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener),  
injertado en cinco especies de *Passiflora* L.

**Francis Joel Espinal Aguilar**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrícolas  
Palmira, Colombia

2021



Evaluación del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), injertado en cinco especies de *Passiflora* L.

**Francis Joel Espinal Aguilar**

Ingeniero Agrónomo

Tesis de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias Agrarias**

Director

Ph.D., John Albeiro Ocampo Pérez

Codirectora

Ph.D., Yacenia Morillo Coronado

Línea de Investigación:

Frutales Tropicales

Grupo de Investigación:

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrícolas

Palmira, Colombia

2021





## *Dedicatoria*

*A Dios nuestro señor por darme la vida y por ser mi guía.*

*A mis abuelos Alicia, Doris, Cirilo y Baldomero.*

*A mis padres Edwin Rene y Rosa Elena que nunca me han desamparado.*

*A mis Hermanos Mario y Johana.*

*A todos mis tíos Andrés, Alex, Manuel, Rubén, Onil, Karen, Yanira, Judith, Carmen y Yanira.*



# Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping strokes, positioned above a horizontal line.

Nombre

Fecha 04/06/2021

## Agradecimientos

Le agradezco a Dios nuestro señor por darme la vida y la posibilidad de lograr cumplir una meta más en mi vida personal y profesional.

Agradezco al profesor Ph.D., John Albeiro Ocampo Pérez, por su disposición y apoyo en la dirección de este trabajo, y por los aportes realizados al mismo.

Agradezco a la Ph.D., Yacenia Morillo Coronado, por sus aportes en este trabajo de investigación.

A la universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, por darme la oportunidad de formarme en su campus y a la Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, Centro de investigación Palmira (AGROSAVIA CI-Palmira), por brindarme el espacio e insumos para desarrollar mi trabajo de investigación.

A los profesionales de apoyo a la investigación de AGROSAVIA CI-Palmira. Ing. Agr. Yaneth Patricia Ramos Villafañe y al Ing. Agr. Lizardo Norbey Ibarra Ruales.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A mis amigos (as); Angel Herrera, Alexis vallecillo, Elmer Márquez, Juan Artica, Dilmer Guzmán, Arnold Barahona, Lilian Cárcamo, Iris Mateo, Gina Chávez, Andrea Meza, Ayda Henriquez, Nelly Zuñiga y Yesicamila Gómez por su apoyo y amistad.

## Resumen

### Evaluación del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), injertado en cinco especies de *Passiflora* L.

El maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) es una de las principales especies frutales de la región Neotropical por su alto valor nutritivo como fuente de minerales y vitaminas. Colombia con cerca de 10.000 hectáreas y una producción de 175.000 toneladas es el segundo productor mundial después de Brasil. A pesar de este potencial, el cultivo es afectado por múltiples problemas fitosanitarios, como la secadera causada por *Fusarium solani*, la cual impone tratamientos químicos para su control. Los objetivos de esta investigación fueron estimar el efecto de portainjertos de *Passiflora* spp. resistentes a la secadera en el crecimiento vegetativo de la copa y evaluar agronómicamente la producción y calidad de la fruta en el maracuyá injertado mediante análisis de varianza (ANOVA). El estudio fue realizado en la estación experimental de Agrosavia en Palmira, Valle del Cauca (Colombia) a 1032 m s. n. m. bajo un sistema de bloques al azar. Los resultados mostraron que los cinco portainjertos evaluados presentaron 100% de compatibilidad, y el mayor efecto en el diámetro, altura, número de hojas y entrenudos de la copa a los 90 días después de la injertación fueron *P. alata* (3,8 mm; 53,6 cm; 10,9, y 9,1), *P. edulis* f. *flavicarpa* autoinjertado (3,97 mm; 32,82 cm, 9,1 y 8.1) con diferencias significativas (Dunnett 5%). La relación del diámetro del portainjerto y la copa vario entre  $r = 0,25$  (*P. maliformis*) y  $r = 0,61$  (maracuyá autoinjertado), mientras los demás no superaron correlaciones de  $r = 0,57$ . La evaluación agronómica mostró diferencias significativas entre el diámetro del portainjerto y la copa, pero sin un efecto en la producción y calidad de la fruta. El portainjerto *P. maliformis* (cholupa) mostró los mejores promedios de producción en kg/planta (36,5) y rendimiento en ton/ha (20,2), aunque sin diferencias significativas con el control (maracuyá sin injertar; 36,4 kg/p y 19,9 t/ha). Asimismo, los portainjertos con mayor porcentaje de supervivencia por la afectación de *F. solani* fueron *P. maliformis* (87,5%), *P. quadrangularis* (87,5%) y *P. alata* (81,25%) a los 15 meses después de la siembra. La cholupa presenta un gran potencial como portainjerto para el maracuyá por su tolerancia a la secadera y su comportamiento agronómico. Estos resultados son la base para un programa de mejoramiento de maracuyá en Colombia que involucre la técnica de la injertación para que los productores puedan mitigar el efecto de las enfermedades del suelo.

**Palabras claves:** Copa, *Fusarium solani*, *Passiflora*, Portainjerto, Producción, Rendimiento.

# Abstract

## **Agronomic evaluation of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) grafted on five *Passiflora* L. species.**

Yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) is one of the main fruit species of the Neotropical region due to its high nutritional value as sources of minerals and vitamins. Colombia with about 10,000 hectares and a production of 175,000 tons is the second world producer after Brazil. Despite this potential, the crop is affected by multiple phytosanitary problems, such as *Fusarium solani* (collar), which imposes chemical treatments for its control. The objectives of this research were to estimate the effect of *Passiflora* spp. resistance to *Fusarium* collar on the vegetative growth of the scion and to evaluate the production and quality of the fruit in the grafted yellow passion fruit by analysis of variance (ANOVA). The study was carried out at the Agrosavia experimental station in Palmira, Valle del Cauca (Colombia) at 1032 m a.s.l. under a Random Block. The results showed that the five evaluated rootstocks presented 100% compatibility, and the greatest effect on diameter, height, number of leaves and scion internodes at 90 days after grafting were *P. alata* (3.8 mm; 53.6 cm, 10.9, and 9.1), *P. edulis* f. *flavicarpa* self-grafting (3.97 mm, 32.82 cm, 9.1 and 8.1) with significant differences (Dunnet 5%). The ratio of diameter among rootstock and scion varied between  $r = 0.25$  (*P. maliformis*) and  $r = 0.61$  (yellow passion fruit self-grafted), while the others did not exceed correlations of  $r = 0.57$ . The agronomic evaluation showed significant differences between the diameter of the rootstock and the scion, but without an effect on the production and quality of the fruit. The rootstock *P. maliformis* (cholupa or stone granadilla) showed the best averages of production in kg / plant (36.5) and yield performance (20.2), although without significant differences with the control (passion fruit ungrafted; 36.4 kg/p and 19.9 t/ha). Likewise, the rootstocks with the highest percentage of survival due to the affectation of *F. solani* were *P. maliformis* (87.5%), *P. quadrangularis* (87.5%) and *P. alata* (81.25%) at 15 months after sowing. The cholupa has great potential as a rootstock for passion fruit due to its tolerance to *F. solani* and its great performance agronomic. These results are the basis for a passion fruit breeding program in Colombia that involves the grafting technique so that producers can mitigate the effect soil-borne fungal diseases.

**Key words:** *Fusarium solani*, *Passiflora*, Rootstock, production, Yield performance.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Contenido</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
1.1. Origen y distribución.....	17
1.2. Biología reproductiva.....	19
1.3. Botánica y taxonomía.....	19
1.4. Importancia económica .....	22
1.5. Usos.....	23
1.6. Plagas y enfermedades.....	24
1.7. Propagación.....	25
1.8. Mejoramiento genético .....	25
1.8.1. Mejoramiento genético por injerto.....	27
1.9. Aspectos fisiológicos del injerto.....	29
1.10. Contexto de la tesis .....	30
<b>Objetivos</b> .....	<b>32</b>
2.1. General .....	32
2.2. Específicos.....	32
<b>Capítulo 1: DESARROLLO VEGETATIVO DEL MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener) INJERTADO EN ESPECIES DE <i>Passiflora</i> L.</b> .....	<b>33</b>
3.1. Materiales y metodología .....	34
3.1.1. Área de estudio.....	34
3.1.3. Metodología.....	35
3.1.4. Análisis de datos.....	37
3.2. Resultados .....	38
3.3. Discusión .....	45
3.4. Conclusiones.....	50
3.5. Recomendaciones.....	51
<b>Capítulo 2: EFECTO DE CUATRO PORTAINJERTOS (<i>Passiflora</i> spp.) EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA FRUTA EN EL MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener)</b> .....	<b>53</b>
4.1. Materiales y metodología .....	54
4.1.1. Área de estudio.....	54

4.1.2. Material vegetal.....	55
4.1.3. Siembra y sistema de tutorado.....	56
4.1.4. Diseño experimental.....	58
4.2. Variables evaluadas.....	58
4.3. Análisis de la información.....	60
4.4. Resultados.....	60
4.5. Discusión.....	70
4.6. Conclusiones.....	75
4.7. Recomendaciones.....	76
<b>V. Bibliografía.....</b>	<b>77</b>



## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.1:</b> Distribución de la especie <i>Passiflora</i> . Fuente: Ocampo (2021).....	17
<b>Figura 1.2:</b> Especies cultivadas del género <i>Passiflora</i> . A) <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , B) <i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> , C) <i>P. ligularis</i> , D) <i>P. popenovii</i> , E) <i>P. alata</i> , F) <i>P. quadrangularis</i> , G) <i>P. tripartita</i> var. <i>mollissima</i> , H) <i>P. tarminiana</i> , I) <i>P. maliformis</i> , y J) <i>P. setacea</i> . Fuente: John Ocampo.	18
<b>Figura 1.3:</b> Flor de maracuyá polinizada por el abejorro del género <i>Xylocopa</i> spp. Fuente: John Ocampo.....	19
<b>Figura 1.4:</b> Hojas, flores y frutos del maracuyá. Fuente: John Ocampo.....	22
<b>Figura 1.5:</b> Producción, área sembrada y rendimiento del maracuyá en Colombia. Fuente Agronet. ....	23
<b>Figura 1.6:</b> Principales usos del maracuyá, diferentes usos de la fruta del maracuyá como: consumo en fresco, heladería y sorbetes. Fuente: Anónimo .....	24
<b>Figura 2.1:</b> Especies del subgénero <i>Passiflora</i> utilizadas en el estudio, taxonomía, origen y rango altitudinal. Fuente: John Ocampo. ....	36
<b>Figura 2.2:</b> Técnica de injertación en maracuyá. A) Copa o vareta con dos yemas, B) Clip plástico y cicatrización, C) Altura del injerto y profundidad de injertación, D) Planta de maracuyá injertada sobre <i>P. alata</i> 60 DDI, con tutorado plástico. ....	37
<b>Figura 2.3:</b> Diferencias en formas del tallo de los portainjertos y la copa: A) <i>P. alata</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , B) <i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , C) <i>P. maliformis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , D) <i>P. quadrangularis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , E) <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> y F) <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (sin injertar).....	39
<b>Figura 2.4:</b> Correlaciones entre el diámetro del portainjerto y la copa dentro de cada tratamiento.	41
<b>Figura 2.5:</b> Representación de las variables. A) Diámetro de la copa, B) Altura de la planta, C) Número de hojas y D) Número de entrenudos con mediciones cada 30 días después de la injertación para las diferentes combinaciones portainjerto-copa T1= <i>P. alata</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , T2) <i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , T3) <i>P. maliformis</i> / <i>P.</i>	

*edulis* f. *flavicarpa*, T4) *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T5) *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y T6) *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar..... 43

**Figura 3.1:** Plantas de maracuyá injertadas en diferentes especies de *Pasifloras* A) T1: *Passiflora alata* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, B) T2: *Passiflora edulis* f. *edulis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, C) T3: *Passiflora maliformis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, D) T4: *Passiflora quadrangularis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, E) T5: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y F) T6: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar).

56

**Figura 3.2:** Tallos con 16 meses de edad de los portainjertos evaluados. A) T1: *Passiflora alata* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, B) T2: *Passiflora edulis* f. *edulis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, C) T3: *Passiflora maliformis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, D) T4: *Passiflora quadrangularis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, E) T5: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y F) T6: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar).

57

**Figura 3.3:** Implementos utilizados para la evaluación de la calidad de fruta de maracuyá. A) Pie de rey digital, B) Muestras para prueba de calidad, C) Balanza digital, D) Refractómetro digital, E, F y G) Cosecha, acarreo y selección de frutos para toma de muestras de calidad. .... 58

**Figura 3.4:** Correlaciones entre el diámetro del portainjerto y la copa 360 días después de la injertación para cada tratamiento..... 62

**Figura 3.5:** Producción en kilogramos por planta (kg/p) y toneladas por hectárea (t/ha), para las diferentes combinaciones portainjerto-copa..... 64

## Lista de tablas

Pág.

<b>Tabla 2.1:</b> Diámetro del portainjerto (mm), diámetro de la copa (mm) y compatibilidad tomada a los 30, 60 y 90 días después de la injertación. ....	40	
Las relaciones entre las diferentes variables de crecimiento fueron muy variadas entre y dentro los tratamientos (Tabla 2.2). Existe baja correlación entre AP/DCO con valores entre ( $r = 0,11$ y $0,48$ ), en todas las combinaciones portainjerto-copa. Sin embargo, la correlación más baja fue para <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> sin injertación ( $r = 0,10$ ) a pesar de ser valores bajos, esto indica que la injertación no afectó el DCO con respecto al tratamiento control (maracuyá sin injertar). Por otra parte, existe baja correlación entre NH/DC y NE/DCO con valores entre ( $r = 0,11$ a $0,45$ ), respectivamente. En contraste, la combinación entre <i>P. maliformis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> presentó correlaciones negativas para NH/DC y NE/DCO ( $r = -0,0094$ y $-0,083$ ). Estos valores pueden estar asociados al lento crecimiento y lignificación caulinar del portainjerto, que implicó realizar la injertación con DCO entre 2 a 2,4 mm.....		44
<b>Tabla 2.2:</b> Correlación entre altura de la planta, número de hojas, número de entrenudos versus diámetro de la copa, altura de la planta y número de hojas.....	45	
<b>Tabla 3.1:</b> Variables evaluadas en maracuyá amarillo injertado en diferentes especies de <i>Passiflora</i> .....	59	
<b>Tabla 3.2:</b> Análisis de varianza para las variables diámetro del portainjerto (DPI) y diámetro de la copa (DCO) a los 160,190 y 360 días después de la injertación. ....	60	
<b>Tabla 3.3:</b> Diámetro del portainjerto (mm), diámetro de la copa (mm) y compatibilidad de las plantas de maracuyá injertadas en cinco especies de <i>Passiflora</i> .....	61	
<b>Tabla 3.4:</b> Análisis de varianza para las variables; número de frutos por planta (NFP), peso del fruto (PFR), producción por planta (PRD), diámetro del fruto (DFR), longitud del fruto (LFR), sólidos solubles totales (SST), peso de la pulpa (PPU), y porcentaje de pulpa (%PUL). 63	63	
<b>Tabla 3.5:</b> Productividad y calidad de la fruta del maracuyá injertado en cuatro portainjertos de <i>Passifloras</i> .....	67	

---

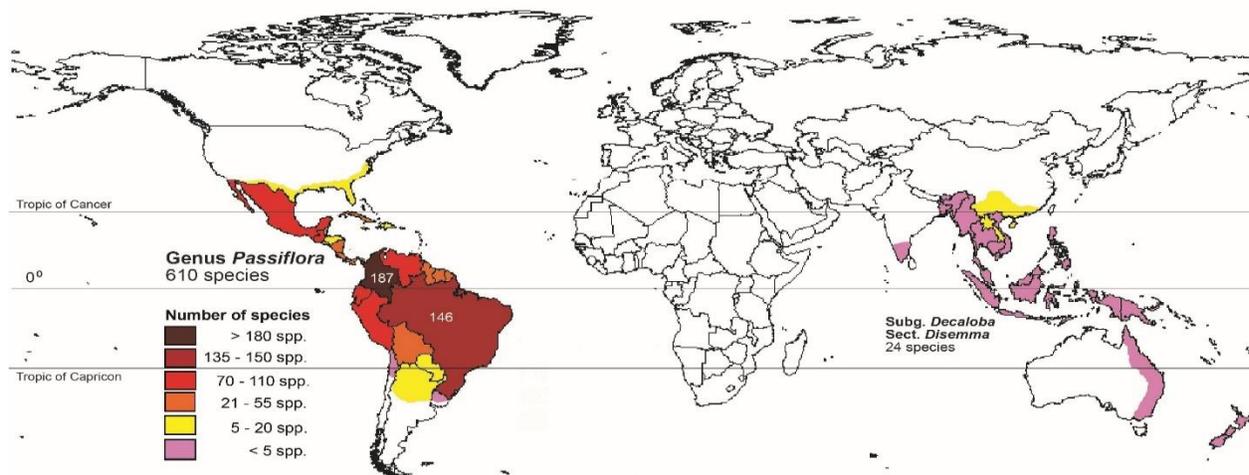
<b>Tabla 3.6:</b> Incidencia de plagas y enfermedades durante el manejo del cultivo. ....	68
<b>Tabla 3.7:</b> Número de plantas por combinación portainjerto-copa, número de plantas muertas desde el mes 12 hasta al mes 15 de siembra en campo, total de plantas muertas acumuladas en el tiempo y porcentaje de supervivencia (PSV).....	69



# Introducción

## 1.1. Origen y distribución

El género *Passiflora* L. es el más importante de la familia Passifloraceae con cerca de 610 especies inventariadas y distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia y Oceanía (Ulmer y MacDougal, 2004; Ocampo et al., 2021a). La zona neotropical alberga el 97% de las especies, las cuales están concentradas en Colombia, Brasil y Ecuador desde el nivel del mar hasta los 4.000 m. s. n. m. (Cervi, 2006; Ocampo et al., 2010; 2021), (Figura 1.1).



**Figura 0.1:** Distribución de la especie *Passiflora*. Fuente: Ocampo (2021).

En *Passiflora* se han inventariado 10 especies cultivadas y comercializadas en mercados locales e internacionales (Figura 1.2), las cuales están relacionadas con el maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener), la granadilla (*P. ligularis* Juss.), la gulupa (*P. edulis* Sims f. *edulis*), la curuba india (*P. tarminaina* Coppens y Barney), la curuba de castilla (*P. tripartita* var. *mollissima* Holms-Nielsen y Jorgensen), el maracuyá dulce (*P. alata* Curtis), la badea (*P. quadrangularis* L.), la cholupa (*P. maliformis* L.), la granadilla caucana (*P. popenovii* Killip) y el maracuja perola (*P. setacea* DC) (Coppens d'Eeckenbrugge, 2003; Ocampo et al., 2021a). El maracuyá económicamente es la principal especie dentro del género *Passiflora*, y su centro de origen es la amazonia brasilera (Lima y Cuhna, 2004).



**Figura 0.2:** Especies cultivadas del género *Passiflora*. A) *P. edulis* f. *flavicarpa*, B) *P. edulis* f. *edulis*, C) *P. ligularis*, D) *P. popenovii*, E) *P. alata*, F) *P. quadrangularis*, G) *P. tripartita* var. *mollissima*, H) *P. tarminiana*, I) *P. maliformis*, y J) *P. setacea*. Fuente: John Ocampo.

## 1.2. Biología reproductiva

El género *Passiflora* presenta diferentes números cromosómicos y la mayoría son consideradas diploides con  $2n = 12, 18$  o  $20$  cromosomas (Hansen et al., 2006; Melo et al., 2000). El maracuyá presenta un número de  $2n = 18$  y un tamaño del genoma de 3,21 pico gramos (Souza et al., 2008; Santos et al., 2012; Abreu et al., 2009; Arias et al., 2016). Las flores del maracuyá son autoincompatibles y la polinización es cruzada por medio de insectos del género *Xylocopa* spp. (Figura 1.3) llamados abejorros o abejones (Silva y São Jose, 1994; Arias et al., 2016). El fenómeno de autoincompatibilidad es controlado por la presencia de genes esporofíticos y gametofíticos (Suassuna et al., 2003).



**Figura 0.3:** Flor de maracuyá polinizada por el abejorro del género *Xylocopa* spp. Fuente: John Ocampo.

## 1.3. Botánica y taxonomía

El maracuyá fue descrito en 1932 en la isla de Hawái (EE. UU) por Olsen Degener como una forma botánica de *P. edulis* Sims llamada maracuyá púrpura o gulupa en Colombia (Degener, 1932; Killip, 1938). El sistema radical del maracuyá es fasciculado, fibroso y ramificado, conformado por un grupo de raíces secundarias poco profundas (40 a 60 cm), las cuales se originan de una raíz primaria de escaso crecimiento. La planta es un bejuco o liana trepadora semiperenne, con un tallo glabro (sin pubescencia), de color verde o eventualmente púrpura, estriado, herbáceo y leñoso hacia la base con hasta 10 cm de diámetro.

Las ramas pueden alcanzar hasta 50 m de longitud, con nudos y entrenudos de los cuales se origina una yema floral, dos estipulas lineares, una hoja y un zarcillo que le sirven a la planta para adherirse a su soporte. Las hojas son glabras, alternas, de color verde, semi coriáceas, con nervaduras pronunciadas y de tres lóbulos (un sólo lóbulo o enteras cuando están jóvenes). El margen de la hoja es abruptamente aserrada, la longitud y el ancho de lóbulo central oscilan entre 9-15 y 4-6 cm. Las hojas se insertan en el tallo mediante el peciolo de 2 a 4 cm de longitud provisto de dos nectarios o glándulas en el ápice.

En la base se localiza el pedúnculo que inserta la flor con el tallo y puede medir de 2,0 a 2,5 cm de longitud. En su ápice se localizan tres brácteas verdes (con nectarios en sus márgenes) que se asemejan a las hojas con 1,7 – 2,2 cm de longitud y 1,0 – 1,5 cm de ancho, que le sirven de protección a la flor en sus primeros estados de desarrollo. La flor es generalmente solitaria, semierecta, pentámera, hermafrodita, vistosa y de aroma agradable, con una longitud de 5,5 a 6,5 cm y un ancho de 5 a 6 cm. Están provistas de cinco pétalos y cinco sépalos, reflexos, oblongos, de color blanco y verduzcos con márgenes blancos en el envés.

La corona está distribuida en dos series exteriores de color blanco y púrpura intenso hacia la base. El androginóforo es de color verde con puntos púrpura y sostiene el órgano masculino (androceo), formado por cinco estambres con anteras que contienen los granos de polen de color amarillo vistoso y pegajoso. El órgano femenino (gineceo) formado por un ovario supero, glabro, de color verde pálido, y del cual salen los tres estilos que soportan los estigmas. El fruto es una baya de forma esférica u ovoide de 6,2 a 9,0 cm de longitud por 5,7 a 8,2 de diámetro, con una cáscara (pericarpio) de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3,0 a 4,5 mm de espesor y con un mesocarpio esponjoso y de color blanco (Figura 1.4).

El fruto en estado inmaduro es de color verde pálido y toma una coloración rosada, roja o amarillo cuando está maduro. El peso del fruto varía entre 86 y 250 g, y presenta en su interior un promedio de 235 a 343 semillas recubiertas por un mucilago o arilo de color amarillo casi anaranjado con agradable aroma, donde se encuentran los azúcares, vitaminas y minerales. El porcentaje promedio de la pulpa (mucilago) más la semilla varía entre 34 y 61% del peso total del fruto, de los cuales el 32 al 57% corresponden a la pulpa y el resto a las semillas. El sabor es ligeramente ácido que lo hace más apetecido para el consumo como jugo. La forma de la semilla

es ovalada o acorazonada de color negro o violeta oscuro, de 4,8 a 6,0 mm de longitud por 3,1 a 4,0 mm de ancho, y con una testa que presenta entre 45 a 50 foveas o hendiduras que van desapareciendo hacia el borde. Las semillas representan entre el 4 y 8% del peso total del fruto y el índice de semilla (peso de 100 semillas) varía entre 1,5 y 2,3 g.

De acuerdo con Ulmer y MacDougal (2004), la taxonomía vegetal del maracuyá es la siguiente clasificación:

**Reino:** Vegetal

**División:** Spermatophyta

**Subdivisión:** Angiospermae

**Clase:** Archichlamydeae

**Orden:** Passiflorales

**Suborden:** Flacourtiineae

**Familia:** Passifloraceae

**Género:** *Passiflora*

**Subgénero:** *Passiflora*

**Supersección:** *Passiflora*

**Serie:** *Passiflora*

**Especie:** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener

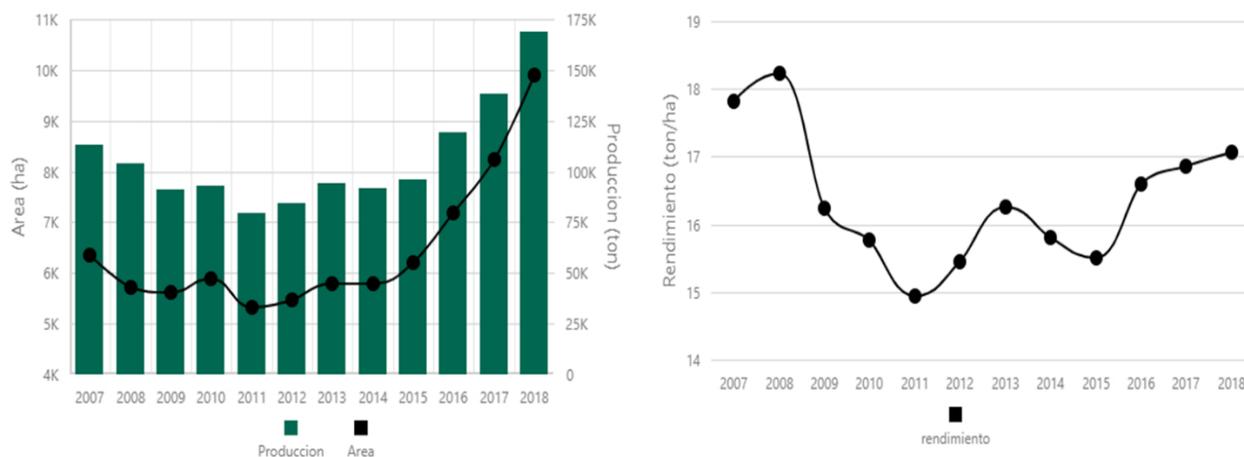


**Figura 0.4:** Hojas, flores y frutos del maracuyá. Fuente: John Ocampo.

## 1.4. Importancia económica

La producción mundial de maracuyá es de aproximadamente 640.000 t/año, siendo los principales productores Brasil, Colombia, Ecuador y Perú (Ocampo et al., 2013; Faleiro et al., 2020). Este frutal es cultivado en las zonas tropicales de cuatro continentes y es empleado principalmente en bebidas refrescantes. En 1960 se introdujeron a Colombia los primeros materiales procedentes de Hawái a través de Venezuela, con características bien definidas como (color, tamaño, °Brix, longevidad, producción, precocidad y sanidad). En la actualidad los cultivos comerciales presentan problemas de baja productividad, calidad heterogénea, sanidad y poca longevidad (Ocampo et al., 2013; 2021b). En el país existen 9.907 hectáreas destinadas al cultivo de maracuyá con una producción de 169.155 toneladas (Agronet, 2018). Las mayores áreas sembradas se concentran en los departamentos de Valle del Cauca, Meta y Huila con un 70% de la producción. El maracuyá ha tenido un gran crecimiento en los últimos años debido a la demanda de sus frutas para consumo en fresco o para uso industrial, tanto a nivel nacional como internacional (DANE, 2019). El potencial productivo del maracuyá es de 50 t/ha/año y actualmente el promedio nacional es de 17 t/ha, debido a problemas fitosanitarios (secadera,

podrición del cuello de la raíz, virosis y trips), con una duración del ciclo del cultivo entre 14 a 16 meses (ICA, 2011) (Figura 1.5).



**Figura 0.5:** Producción, área sembrada y rendimiento del maracuyá en Colombia. Fuente Agronet.

## 1.5. Usos

Las frutas del maracuyá son apetecidas por su valor nutritivo rico en minerales y vitaminas. El consumo es directo en fresco o transformadas en diferentes productos como mermeladas, pasteles, sorbetes, jugos y helados. Las hojas también tienen interés debido a sus propiedades medicinales para combatir los dolores antiespasmódicos, gastritis, como también sedantes, antibacterianas, y otros usos como repelentes de algunos insectos (Perry et al., 1991; Carvajal et al., 2014; Ocampo et al., 2015; 2021a; Rodríguez et al., 2020). Las semillas son ricas en aceites y es utilizado en la industria de la farmacéutica y en la alimentación animal (Garavito y López, 2002; Carvajal et al., 2014).



**Figura 0.6:** Principales usos del maracuyá, diferentes usos de la fruta del maracuyá como: consumo en fresco, heladería y sorbetes. Fuente: Anónimo

## 1.6. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son los principales factores que amenazan la expansión y productividad de los cultivos de maracuyá provocando pérdidas potenciales hasta el 80% que llevan a los productores al uso de pesticidas agrícolas de manera irracional e indiscriminada en las regiones productoras del país (Comunicación personal con productores). Entre estos se destacan, los daños ocasionados por los artrópodos: Gusano trozador (*Dione juno juno*), gusano cosechero (*Agraulis vanillae* Linnaeus), trips (*Trips tabaci*, *Franklinella auripes*, *Franklinella occidentalis*, *Neohydatothrips signifer* y *Neohydatothrips burungae*), arañita roja, acaros (*Tetranychus urticae* y *Tetranychus mexicanus*), áfidos y pulgones (*Mizus percicae* y *Aphis gosypii*), y mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*). En cuanto a las enfermedades: bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*), antracnosis (*Glomerella cingulata* y *Coletotrichum gloeosporoides*), roña (*Cladosporium cladosporioides*), secadera o fusariosis (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*) virosis (soybean mosaic SMV) y nematodos parásitos como *Meloidogyne* sp., *Rotylenchulus* sp. *Helicotylenchus* sp., estas enfermedades han sido limitantes y favorecidas por las condiciones edafológicas y climáticas cambiantes, que no pueden ser controladas de manera eficiente por los métodos tradicionales de control (Junqueira et al., 2005; Castaño 2009; Hernández et al., 2011). El maracuyá es altamente susceptible a la enfermedad conocida como marchitez, esta enfermedad es de gran importancia porque reduce la productividad y longevidad de la planta, el agente causal es el hongo *Fusarium oxysporum* sp., *passiflorae*, la presencia de este patógeno puede causar hasta el 100% de pérdidas en el cultivo (Roncetto et al., 2004). Esta enfermedad compromete la eficiencia del sistema radical, obstruyendo los vasos conductores de sabia, después de que el patógeno ha penetrado surge la putrefacción del cuello y en consecuencia la descomposición del tronco (Nakamura 1987; São José et al., 1994; Ambrosio et al., 2018; Lima et al., 2018).

## 1.7. Propagación

La propagación del maracuyá puede ser de forma sexual por semillas o de forma asexual utilizando por medio de estacas, injerto y cultivo de tejidos *in vitro* (Ferreira, 2000; Costa et al., 2005). La propagación por estacas es utilizada para mantener genotipos con ciertas características agronómicas igual a la planta madre como: uniformidad, precocidad, rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades (Lima y Trindade, 2004). Por otra parte, la propagación por semilla se obtienen plantas vigorosas, de mayor crecimiento y con un ciclo de vida más largo respecto a la propagación por estacas (De Almeida, 1991).

Considerando que la propagación sexual involucra la recombinación genética entre los dos padres para obtener una generación de individuos con alta variabilidad genética (Miranda et al., 2009; Machado et al., 2015). La multiplicación por semillas en el maracuyá es la manera tradicional y más antigua de propagación, donde se obtienen semillas de frutos seleccionados de plantas distintas con buenas características agronómicas y sanidad (Morera et al., 2018). Las semillas del maracuyá están dentro de la clasificación de semillas ortodoxas, las cuales pueden ser almacenadas (6 a 8 °C) y su viabilidad se mantendrá sobre el 85% de germinación por año después de la extracción del fruto (Posada et al., 2014)

## 1.8. Mejoramiento genético

El control de las enfermedades es costoso y a menudo utiliza tratamientos culturales inviables (Cerqueira-Silva et al., 2014; Machado et al., 2015). Por lo tanto, el logro de una resistencia y/o tolerancia es un genotipo con una buena productividad a través del mejoramiento genético es la principal estrategia para superar este problema. Las hibridaciones intra e interespecíficos se han reportado con resultados prometedores en *Pasiflora* spp. (Oliveira, 1980; Oliveira et al., 1994; Vanderplank 1996; Junqueira et al., 2005; Junqueira et al., 2008; Faleiro y Junqueira, 2009; Faleiro et al., 2011; Ocampo et al., 2016). Asimismo, el mejoramiento genético del cultivo de maracuyá se debe enfocar en tres aspectos principales: satisfacer las demandas del mercado en cuanto a calidad, aumentar el rendimiento y desarrollar cultivares resistentes a las enfermedades (Gonçalves et al., 2009; Viana et al., 2016). El potencial que representan los híbridos interespecíficos como portainjertos también ha sido recomendado por Braga et al. (2004) y Junqueira et al. (2006), aunque muchos de estos presentan problemas de fertilidad en la progenie ( $F_1$ ). Asimismo, Braga et al. (2004), trabajando con un clon de maracuyá injertadas en un híbrido

F<sub>1</sub> entre *P. edulis* f. *flavicarpa* x *P. setacea* identificaron que los portainjertos no son atacados por patógenos del suelo. Otro estudio por Oliveira y Ruggeiro (1984) en Brasil, mencionan el potencial de las especies *P. alata*, *P. gibertii*, *P. nitida*, *P. macrocarpa*, *P. laurifolia* y *P. suberosa* como fuentes de resistencia a enfermedades del suelo. Otros reportes de especies que tienen alta rusticidad como *P. nitida* y *P. alata* (Fischer 2005). Otras especies como *P. maliformis* presenta altos niveles de resistencia/tolerancia al patógeno del suelo *F. oxysporum* (Lozano et al., 2008; Forero et al., 2015) e investigaciones recientes por Lima et al. (2018) reportan la resistencia de *P. gibertii* a *F. oxysporum*, Freitas et al. (2016) reportaron la resistencia de híbridos entre *P. edulis* f. *flavicarpa* x *P. mucronata* resistentes a *Fusarium solani*.

El uso de especies silvestres para obtener híbridos interespecíficos como portainjertos en maracuyá puede traer beneficios como la resistencia a enfermedades del suelo. Asimismo, otros beneficios de los portainjertos son mencionados por Junior et al. (2008); Machado et al. (2015) y Freitas et al. (2016), los cuales están relacionados por conferir mejor adaptación a los factores ligados al suelo como: textura, acidez, basicidad, fertilidad, encharcamiento y resistencia a nematodos. Por otra parte, la degeneración genética y la falta de mejoramiento genético en la especie es otro de los grandes problemas del cultivo (Ocampo et al., 2013). Las enfermedades han sido limitantes para el cultivo del maracuyá, reduciendo la vida útil de los huertos y aumentando el costo de producción hasta un 20%, debido a la necesidad del uso de medidas de control (El-Moor, 2002).

Otra problemática son los problemas abióticos como la variabilidad climática, la cual está causando pérdidas económicas en los cultivos en Colombia y el mundo (Ma et al., 2013; McGovern, 2015; Fischer y Miranda 2021), debido a la alta incidencia de enfermedades del suelo como los hongos del género *Fusarium* sp, que reducen la vida útil de los cultivos (ICA, 2011; Machado et al., 2017). Esta enfermedad del suelo constituye el principal obstáculo para el desarrollo del maracuyá a nivel global, la cual causa marchitez general y reduce la productividad y longevidad de la planta. El agente causal es el hongo *Fusarium solani* y los métodos de control proponen alternativas como el uso de portainjertos resistentes (Roncatto et al., 2004; Ocampo et al., 2021).

Otras especies de *Passiflora* identificadas con resistencia a patógenos del suelo que afectan el sistema radical están *P. alata*, *P. coccinea*, *P. gibertii*, *P. macrocarpa*, *P. nitida* y *P.*

*quadrangularis* las cuales han sido utilizadas como porta injertos para mitigar el efecto de los patógenos del suelo (Miranda et al., 2015). Estudios realizados en Brasil por Oliveira (1980) en maracuyá injertado sobre *P. alata*, *P. macrocarpa* y *P. quadrangularis* cultivados en suelo contaminado con *F. oxysporum* f. *passiflorae* mostraron que el portainjerto *P. alata*, obtuvo los mejores porcentajes de supervivencia. Sin embargo, el uso de otras especies resistentes como *P. maliformis* son aún inexploradas y representan un potencial para ser incluidas en programas de mejoramiento genético (Silva et al., 2004; Forero et al., 2015). Para dar alternativas de solución a las dificultades indicadas estas especies se pueden utilizar en los programas de mejoramiento, intentando trasladar la característica de resistencia al maracuyá, o de forma más fácil e inmediata utilizándose como portainjertos (Junqueira et al., 2006; Baccarin 1988; Ferreira, 2000).

En relación con lo anterior, las especies *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis* f. *flavicarpa*, *P. maliformis* y *P. quadrangularis* presentan potencial como fuentes de resistencia para ser utilizadas como portainjerto en programas de mejoramiento genético en Colombia con miras a la obtención de genotipos más rústicos, tolerantes a las enfermedades más limitantes del cultivo y con mayor productividad.

### **1.8.1. Mejoramiento genético por injerto**

El origen de la práctica del injerto se conoce al menos desde 1560 a. C. en China, y se asocia más con plantas frutales y los árboles que no se reproducen verdaderamente a partir de las semillas, o que son particularmente susceptibles a las enfermedades cuando se cultivan sobre sus propias raíces (Mudge et al., 2009). El injerto es el arte de unir un sistema de raíces (portainjerto) con un sistema de brotes (púa) de manera que posteriormente crezcan y se desarrollen como una planta compuesta (Hartmann y Kester, 2014). Mediante el uso de plántulas injertadas es posible aumentar la resistencia a las enfermedades causadas por patógenos que viven en el suelo (Faleiro et al., 2019).

Las enfermedades fúngicas y víricas son las principales limitantes para la productividad y la calidad industrial del maracuyá en todo el mundo. La técnica de injerto es útil para mitigar estos problemas, lo que ha permitido la difusión masiva de este tipo de plantas en muchos países. El injerto de tipo hendidura se realiza en el maracuyá cuando las plántulas tienen entre 20 y 30 cm

de altura y la cicatrización tarda entre 20 y 30 días, momento en el que las plantas se trasplantan al campo (Hartmann et al., 2011). Los programas de mejoramiento de portainjertos en el maracuyá se centran en la resistencia a enfermedades como la marchitez por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*, la podredumbre de la corona o cuello del tallo por *F. solani* (Faleiro et al., 2019), *Phytophthora cinnamomi*, *P. nicotianae* var. *parasitica* (Peasley et al., 2006) y los virus (Anderson, 2009), para mejorar y evaluar nuevas estrategias de manejo del cultivo.

En Australia y Nueva Zelanda, el portainjerto oficial de los cultivares de maracuyá es la pasionaria azul (*P. caerulea*), que sustituyó a los portainjertos *P. tripartita* var. *mollissima* (curuba de Castilla) y *P. tarminiana* (curuba India) por su resistencia a *P. cinnamomi*. Los cruzamientos interespecíficos de *P. incarnata* × *P. edulis* f. *flavicarpa* “Heuston” se utilizan en Australia como portainjertos para las enfermedades fúngicas (*F. oxysporum*) y la tolerancia al frío, así como para que la copa supere los virus que dañan la fruta del maracuyá (PWV, CIYVV y PaVY) (Teulon, 1971; Winks et al., 1988; Anderson, 2009). Los productores en Australia y en otros países como Kenia, Taiwán, Vietnam, Estados Unidos y Uganda también utilizan copas o vástagos de maracuyá púrpura y cultivares híbridos injertados en portainjertos de *P. edulis* f. *flavicarpa* que son resistentes a *Fusarium* spp. y a los nematodos (Morton, 1987; Peasley et al., 2006).

En Brasil se han probado otras especies de *Passiflora* como portainjertos para *P. edulis* en programas de mejoramiento para reducir el fuerte impacto de patógenos del suelo como *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* y *F. solani* sobre *P. alata*, *P. gibertii*, *P. setacea*, *P. cincinnata*, *P. nitida*, *P. quadrangularis* y *P. mucronata* (Junqueira et al., 2005; Salazar et al., 2016; Teixeira et al., 2017; Santos et al., 2016; Ambrósio et al., 2018; Lima et al., 2018; Pereira et al., 2019). Actualmente, es posible la producción de portainjertos vigorosos compatibles con en las especies cultivadas que minimizarán la acción de los patógenos de la raíz a corto plazo (Fischer y Rezende, 2008; Faleiro et al., 2019).

En Colombia, *P. manicata* una especie andina ha sido utilizada como portainjerto para adaptar *P. tripartita* var. *mollissima* a altitudes más bajas y por su resistencia a enfermedades fúngicas y nematodos (Campos, 1992). “En La Unión, Valle del Cauca se realizaron ensayos exitosos con el injerto de púa utilizando como portainjerto el maracuyá, con porcentajes de prendimiento superiores al 90%, con una eficiencia de 200 injertos/hombre/día” (CIRAD, 1992). La cholupa (*P.*

*maliformis*) también ha sido empleada como portainjerto en cultivos comerciales de granadilla (*P. ligularis* Juss) y la gulupa (*P. edulis* f. *edulis*) en el departamento de Cundinamarca. Sin embargo, este portainjerto aún no ha sido evaluado agrónomicamente para determinar su impacto en la producción y calidad de la fruta. Asimismo, *P. tripartita* var. *mollissima* y *P. edulis* f. *flavicarapa* se han utilizado en Perú como portainjertos para la granadilla por su resistencia general a las enfermedades fúngicas del suelo como *Fusarium* spp.

La tecnología de la injertación ha sido exitosa en *Passiflora* y otras especies, debido a que ha permitido la inmunización contra patógenos del suelo. Sin embargo, es necesario reducir significativamente el costo de producción de las plántulas injertadas para no sea asumida por parte de los productores de maracuyá (Ocampo et al., 2021a). Actualmente la injertación del maracuyá en Colombia no se utiliza, aunque puede ser una oportunidad en el futuro considerando el germoplasma que se tiene, aún no bien estudiado. El injerto es una alternativa viable para evitar los problemas causados por la marchitez vascular, sobre todo teniendo en cuenta que las especies de *Passiflora* mencionadas tienen buenas características productivas y de calidad del fruto (Cevallos et al., 2021).

## 1.9. Aspectos fisiológicos del injerto

El conocimiento de la anatomía de las plantas se destaca cuando se trata de propagación vegetativa, para la identificación de los aspectos estructurales de la que depende la regeneración y cicatrización del tejido vegetal. La elección del tejido vegetal para la propagación depende del conocimiento y el potencial que este posea, como también la compatibilidad histológica del tejido del parénquima del portainjerto y la copa (Janick, 1966; Hartmann et al., 2011). La unión del injerto se forma inicialmente por las células de callo originadas en la copa y en el portainjerto que se dividen rápidamente, que más tarde se diferencian para formar el cambium y el sistema vascular (Janick, 1996; Baron et al., 2016; Pina et al., 2017). El desarrollo de un injerto compatible es típicamente compuesto por tres eventos principales: la adhesión entre la copa y el portainjerto, la proliferación de células de callo en la interfaz del injerto y diferenciación vascular a través de la interfaz del injerto (Moore, 1984). Esta unión consiste en la proliferación de un nuevo callo parenquimatoso a partir del día 1 a 7, tanto del portainjerto como de la copa. Posteriormente, el callo continúa formándose por las nuevas divisiones celulares de las capas externas de las células del parénquima no dañadas en la región cambiante, la corteza, en el vástago y el

portainjerto (Barnett, 1998). Por otro lado, la copa no reanuda su crecimiento con éxito hasta que se haya establecido una conexión vascular, para obtener agua y nutrientes. De la misma manera, la degeneración del portainjerto se producirá si el floema en la unión del injerto se interrumpe para transportar los carbohidratos y otros metabolitos desde la copa al sistema radical (Hartmant y Kester, 2014). Los portainjertos ejercen alteraciones en las características de composición física y química de los frutos, promoviendo cambios en la acidez titulable, la coloración y el contenido de sólidos solubles totales (Mathias et al., 2008), al igual que la firmeza de los frutos (Westwood, 1982). Así, la capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo depende de la captación por las raíces del portainjerto, y de esa manera el vigor de la copa (Giorgi et al., 2005). Teniendo en cuenta lo anterior, Schäfer (2001) menciona que los portainjertos más vigorosos serán los mejores extractores de nutrientes del suelo. Por otro lado, la productividad está relacionada con el suministro adecuado de agua a los frutos, lo que demuestra la relación entre los procesos fisiológicos, iniciados por el portainjerto, que culminan en la producción realizada por la copa (Herter et al., 1998). Según Loreti y Massai (2002) el vigor de los portainjertos también afecta al crecimiento, tamaño y el desarrollo de los frutos (Argenta et al., 2004). La técnica de la injertación puede alterar algunas características de la copa relacionadas con el crecimiento, producción y calidad de la fruta (Morgado, 2011). Así, el portainjerto *P. mucronata*, una especie brasilera muestra un efecto positivo sobre la altura y el número de entrenudos, mientras que *P. gibertii* le confiere un menor crecimiento. Otro estudio realizado en Brasil por Cavichioli et al. (2011) confirman que el portainjerto (*P. alata*) y el tipo de injerto influyeron negativamente sobre el diámetro del fruto del maracuyá. Sin embargo, en las variables de calidad de la fruta (longitud del fruto, espesor de la cascara, rendimiento de jugo y el contenido total de sólidos solubles totales) las diferencias no fueron significativas, aunque la variable diámetro del fruto, fue mayor en las plantas no injertadas. El maracuyá injertado a diferentes alturas (5, 10, 20 y 30 cm), sobre *P. gibertii* y el maracuyá sin injertar no presentaron diferencias significativas en cuanto a la productividad y la altura de injertación (Lima et al., 2018). Sin embargo, existen otros factores que tienen influencia con el tamaño de los frutos como el riego y precipitación (Fachinello et al., 1995).

## 1.10. Contexto de la tesis

El presente estudio se realizó en conjunto entre la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira y La Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, Centro de investigación

Palmira (AGROSAVIA CI-Palmira), como respuesta a uno de los problemas limitantes que afecta el sector productor de maracuyá a nivel nacional como la secadera causada por *Fusarium solani*. Esta enfermedad casusa muerte prematura de las plantas, el cual está ocasionando reducciones de hasta el 66% del potencial productivo del maracuyá pasando de 50 t/ha a 17 t/ha de fruta por año debido a la reducción del ciclo de vida del cultivo, el cual antes era de 24 meses y ahora 14 meses. Esta problemática justifica el desarrollo de esta investigación, donde se evaluaron diferentes portainjertos los cuales se podrán utilizar para prolongar la vida productiva del maracuyá y de esa manera restaurar la rentabilidad para que los ingresos de los productores no se vean afectados.

## Objetivos

### 2.1. General

Evaluar el comportamiento agronómico del maracuyá injertado y no injertado, como avance para demostrar que los portainjertos no interfieren en la calidad, rendimiento y producción del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener).

### 2.2. Específicos

- Determinar el efecto del crecimiento y desarrollo vegetativo del maracuyá injertado en seis especies de *Passiflora* en condiciones de vivero.
- Establecer la influencia de los portainjertos de *Passiflora* en la producción y calidad de la fruta del maracuyá.

# **Capítulo 1: DESARROLLO VEGETATIVO DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) INJERTADO EN ESPECIES DE *Passiflora* L.**

El maracuyá es la principal especie cultivada del género *Passiflora* L., por su alto potencial económico y distribución. Brasil es el centro de origen de la especie y es cultivada en zonas tropicales en cuatro continentes (Lima y Cuhna, 2004). El cultivo de maracuyá en Colombia ha tenido un gran crecimiento en los últimos años debido a la demanda de sus frutas para consumo en fresco o para uso industrial en mercados a nivel nacional e internacional (ICA, 2011; DANE, 2019). Actualmente en Colombia existen 9.907,95 hectáreas destinadas al cultivo de maracuyá con una producción total de 170.000 toneladas de fruta y concentrada principalmente en los departamentos de Valle del Cauca, Meta y Huila con un 70% de la producción (Agronet, 2018).

La industria del maracuyá está siendo afectada por múltiples problemas como el ataque de las enfermedades fungosas y virales, las cuales están poniendo en peligro la rentabilidad del cultivo (Ocampo et al., 2013). Entre estas, la secadera (*Fusarium solani*) es una de las principales enfermedades que más afectan el cultivo e impactan económicamente la producción. Una de las alternativas para mitigar esta enfermedad es la técnica de la injertación con portainjertos resistente y/o tolerantes (Camargo, 2012; Rezende et al., 2017; Ambrosio et al., 2018). Esto es considerado, como una estrategia rápida a la metodología relativamente lenta de mejoramiento vegetal en cultivos de frutales anuales o perennes (Flores et al., 2010). Asimismo, los criterios a tener en cuenta para la selección del portainjerto se deben basar en lo altos porcentaje de germinación de la semilla, uniformidad y vigor de las plantas, compatibilidad anatómica entre el portainjerto y la copa, resistencia a los principales patógenos del suelo y un desempeño igual o superior que las plantas no injertadas (Rodríguez et al., 2020). En Brasil, se utiliza el injerto en cultivares de maracuyá como método de control de los agentes patógenos que habitan en el suelo, aunque también pueden derivarse otras ventajas, como tolerancia a la sequía y rusticidad del portainjerto a la copa (Nogueira Filho 2003; Nogueira Filho et al., 2005). En este contexto, el injerto de especies resistentes es recomendado por varios autores como Ruggiero (2000), Meletti

y Bruckner (2001), Cavichioli et al. (2017), Rodríguez et al. (2020); Salazar et al. (2021), debido a que prolonga la vida útil de las plantas y preserva la calidad del material genético (Lima, 2004).

Por otra parte, varias especies nativas de pasifloras han demostrado resistencia a enfermedades, pero su uso como portainjerto se ha visto obstaculizado por las diferencias anatómicas como el grosor y la forma del tallo (cilíndrica o cuadrangular) entre el portainjerto y la copa comercial (Chaves et al., 2003). Un estudio en tres especies con la misma forma cuadrada del tallo (*P. alata*, *P. macrocarpa* y *P. quadrangularis*) mostraron una alta compatibilidad anatómica entre la copa y el portainjerto (Nogueira-Filho, 2003; 2005). En relación con lo anterior, en la selección de los portainjertos es necesario que esté presente fácil propagación, crecimiento y desarrollo de las plantas en el vivero y un tiempo corto de cicatrización con la copa (Vasconcellos et al., 2005; Machado et al., 2015). Por otro lado, el tipo de injerto más utilizado es el de púa central o de tipo “V”, con la cual se han obtenido 76,3% de prendimiento con *P. edulis* injertado sobre *P. alata*, 98,8% sobre *P. gibertii* y 100% sobre *P. edulis* o autoinjertadas (Corrêa et al., 2010). Asimismo, cuando la gulupa (*P. edulis* f. *edulis*) es injertada sobre el maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*) y una especie silvestre (*P. gibertii*), los valores de prendimiento superan el 80% (Salazar et al., 2013). Sin embargo, el uso de las especies de *Passiflora* como portainjerto está sujeto a la falta de información sobre su comportamiento en el vivero, así como sobre el éxito o no de la combinación portainjerto/copa. Por tal razón, el objetivo del presente capítulo fue evaluar el crecimiento y desarrollo vegetativo del maracuyá injertado sobre seis especies de *Passiflora* (*P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis*, *P. popenovii*, *P. caerulea* y *P. alata*) con resistencia a *Fusarium solani* y fruto comestible.

### **3.1. Materiales y metodología**

#### **3.1.1. Área de estudio**

El ensayo fue establecido en una casa de malla en las instalaciones de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA (Centro de Investigación Palmira), ubicado en el municipio de la Palmira en el departamento del Valle del Cauca, Colombia (3°30'2756" N; 76°19'272 O) a una altura media de 1001 m s. n. m. Las condiciones de temperatura media de 24 °C, precipitación anual 1050 mm, humedad relativa de 80% y suelo de textura franco arcilloso.

### 3.1.2. Material vegetal

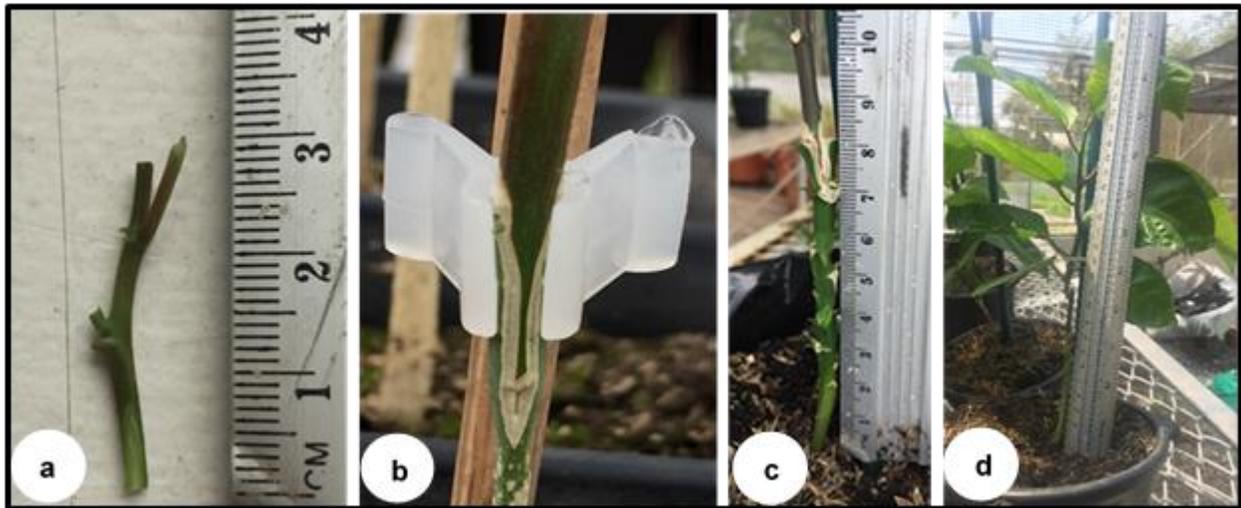
La selección “1506” del maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*) fue seleccionada como copa por su alto rendimiento en trabajos previos de mejoramiento genético del Centro Nacional de Investigaciones Agrosavia Palmira. Los portainjertos utilizados fueron seleccionados con base en la resistencia parcial o total al hongo *Fusarium solani* reportada en la literatura, correspondientes a *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. quadrangularis*, *P. caerulea* y *P. maliformis* (Oliveira et al., 1994; Cole et al., 2008; Fischer et al., 2003; Cavichioli et al., 2011; Freitas et al., 2016; Preisigke et al., 2015; Preisigke et al., 2017; Forero et al., 2015) y con base en observaciones de campo e información por parte de los productores (*P. popeovii*). Las semillas de los portainjertos fueron obtenidas de la colección de semillas de *Passiflora* almacenadas en la Universidad Nacional sede Palmira (Figura 2.1).

### 3.1.3. Metodología

La injertación se realizó entre 50 y 60 días después de la germinación (DDG) en plantas con un diámetro del tallo mayor o igual a 2,5 mm. El tallo de las plantas utilizadas como portainjertos fue cortado con una hoja de acero inoxidable previamente desinfectada con alcohol 70% (hoja para afeitar) a una altura de 8 cm de la base del cuello de la raíz con una incisión longitudinal de 1 cm desde la base decapitada hacia la base del tallo en forma de V. Las copas del maracuyá (1506) fueron seleccionadas con una longitud entre 3 a 4 cm con 2 o 3 yemas, las cuales fueron cortadas mediante una incisión longitudinal de 1 cm con forma de bisel doble (V). Posteriormente, el portainjerto y la copa fueron sujetos con un clip plástico de 1 cm x 0,5 cm de ancho e inmediatamente los injertos fueron tutorados (tubo plástico de 0,5 cm de diámetro x 60 cm de alto) y protegidos con una bolsa plástica transparente de 3 x 7 cm para evitar la deshidratación. Finalmente, la bolsa fue retirada 10 días después de la injertación (DDI), la frecuencia de riego fue cada tres días, hasta lograr la saturación de agua en la materia (Figura 2.2).

Copa		<p><i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener (Maracuyá)                      Supersección: <i>Passiflora</i>                      Sección: <i>Passiflora</i>                      Serie: <i>Passiflora</i>                      Origen: Brasil                      Elevación: 0 a 1.000 msnm</p>
		<p><i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> Sims (Gulupa)                      Supersección: <i>Passiflora</i>                      Sección: <i>Passiflora</i>                      Serie: <i>Passiflora</i>                      Origen: Sur de Brasil, Norte de Argentina y Uruguay                      Elevación: 200 a 2.500 msnm</p>
Portainjerto		<p><i>P. maliformis</i> (Cholupa)                      Supersección: <i>Laurifolia</i>                      Serie: <i>Tilifoliae</i>                      Origen: Norte de Ecuador, Colombia, Venezuela y las Antillas                      Elevación: 0 a 1.600 msnm</p>
		<p><i>P. alata</i> (Maracua)                      Supersección: <i>Laurifolia</i>                      Serie: <i>Quadrangulares</i>                      Origen: Perú, Brasil, Paraguay y norte de Argentina                      Elevación: 0 a 2.500 msnm</p>
		<p><i>P. quadrangularis</i> (Badea)                      Supersección: <i>Laurifolia</i>                      Serie: <i>Quadrangulares</i>                      Origen: Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia                      Elevación: 0 a 1.000 msnm</p>
		<p><i>P. popenovii</i> (Granadilla de Quijos)                      Supersección: <i>Laurifolia</i>                      Serie: <i>Laurifoliae</i>                      Origen: Colombia y Ecuador                      Elevación: 1.700 a 2.000 msnm</p>
		<p><i>P. caerulea</i> (Pasionaria azul)                      Supersección: <i>Stipulata</i>                      Sección: <i>Granadillastrum</i>                      Origen: Brasil, Bolivia, Paraguay, Chile, Uruguay y Argentina                      Elevación: 0 a 1.400 msnm</p>

**Figura 0.1:** Especies del subgénero *Passiflora* utilizadas en el estudio, taxonomía, origen y rango altitudinal. Fuente: John Ocampo.



**Figura 0.2:** Técnica de injertación en maracuyá. A) Copa o vareta con dos yemas, B) Clip plástico y cicatrización, C) Altura del injerto y profundidad de injertación, D) Planta de maracuyá injertada sobre *P. alata* 60 DDI, con tutorado plástico.

### 3.1.4. Análisis de datos

Un diseño completamente al azar (CM) constituido por seis tratamientos fue utilizado: T1) *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T2) *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T3) *P. maliformis*/*P. edulis* f. *flavicarpa*, T4) *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T5) *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y T6) *P. edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar) con seis repeticiones y cuatro plantas por cada repetición, para un total de 144 plantas evaluadas durante 90 días después de la injertación. Un total de seis variables fueron evaluadas durante el crecimiento y desarrollo de los injertos cada siete días, y analizadas para los días 30, 60 y 90 DDI:

- Porcentaje de sobrevivencia (PSV): porcentaje de plantas injertadas con una compatibilidad (prendimiento) efectiva entre el porta e injerto.
- Diámetro del portainjerto (DPI): medida en milímetros (mm) a 5 centímetros por debajo del área de injertación con la ayuda de pie de rey digital (UBERMANN) con 0,001 mm de precisión y regla graduada a 1 milímetro.
- Diámetro de la copa (DCO): medida en milímetros (mm) tomado a 5 centímetros por encima de la región de injertación con equipo antes mencionado
- Altura de la planta (AP): medida en centímetros (cm) tomada desde la base del cuello del tallo hasta el primordio foliar de la copa.

- Número de hojas (NH): contabilizadas semanalmente desde el décimo día después de la injertación.
- Número de entrenudos (NE): contabilizados desde el día 20 después de la injertación.

Los datos obtenidos fueron tabulados y sometidos a pruebas de rango múltiple y comparaciones de medias de DUNNET al 5% de significancia y correlaciones de Pearson utilizando es software SAS versión 9.4.

## 3.2. Resultados

### *Compatibilidad portainjerto-copa*

Las semillas de las seis especies de *Passiflora* utilizadas como portainjertos presentaron diferentes porcentajes de germinación (6,6 al 95 %). Entre estas, las especies *P. popenovii* y *P. caerulea* mostraron los porcentajes más bajos de germinación (6,6 y 19,5%) y un lento desarrollo de las plántulas con poco vigor, debido a que estas especies son nativas de regiones con condiciones edafoclimáticas diferentes al maracuyá. Por estas razones fueron excluidas del estudio por su bajo vigor y desarrollo. Los otros cuatro portainjertos (Tabla 2.1) mostraron el 100% de compatibilidad (prendimiento) con el maracuyá (copa). Asimismo, los promedios entre el diámetro del portainjerto y la copa presentaron diferencias significativas en todos los tratamientos (Figura 2.3) y las tres mediciones en el tiempo 30, 60 y 90 días después de la injertación (DDI).



**Figura 0.3:** Diferencias en formas del tallo de los portainjertos y la copa: A) *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, B) *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, C) *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, D) *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, E) *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y F) *P. edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar).

El promedio del diámetro del tallo a los 90 DDI para los portainjertos y la copa mostraron valores similares con 3,64 mm y 3,07 mm, respectivamente (Tabla 2.1). *Passiflora alata* presentó el mayor diámetro del tallo a los 90 DDI (4,66 mm), seguido por *P. edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar) con 4,24 mm. Las especies *P. edulis* f. *edulis*, *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. quadrangularis* no difieren entre ellas, con un promedio de 3,4 mm a los 90 DDI. En relación con el diámetro de la copa (*P. edulis* f. *flavicarpa*), los mayores valores se presentaron con los portainjertos *P. edulis* f. *flavicarpa* (3,97 mm) y *P. alata* (3,76 mm) con diferencias significativas entre ellos. La combinación con *P. maliformis* mostró las menores diferencias entre el diámetro del tallo y la copa a los 90 DDI 2,14 vs. 2,30 mm (Tabla 2.1 y Figura 2.5 B).

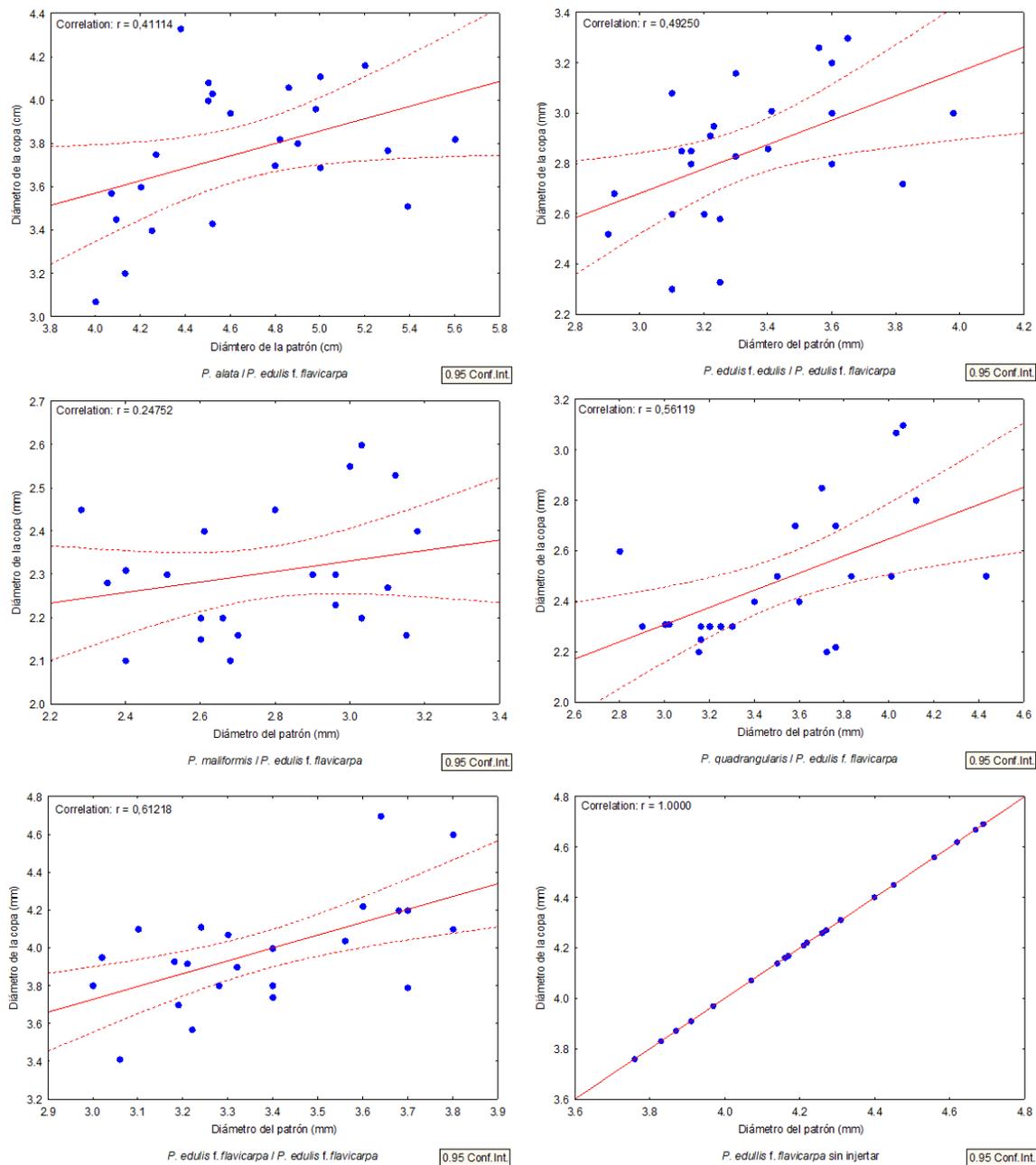
En cuanto a la relación DPI/DCO representada como compatibilidad (positiva  $\geq 1$  o negativa  $\leq 1$ ) los portainjertos *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis* y *P. edulis* f. *flavicarpa* no injertada durante las tres fechas de evaluación 30, 60 y 90 DDI presentaron valores entre 1 a 1,45 mostrando así compatibilidad positiva, por otra parte, las plantas autoinjertadas presentaron compatibilidad negativa (0,87) durante las tres fechas de evaluación (Tabla 2.1).

**Tabla 0.1:** Diámetro del portainjerto (mm), diámetro de la copa (mm) y compatibilidad tomada a los 30, 60 y 90 días después de la injertación.

Portainjerto / Copa	DPI (mm)		DCO (mm)			Compatibilidad			
	Días después de la injertación (DDI)						30	60	90
	30	60	90	30	60	90			
<i>P. alata</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	2,98 c	3,65 a	4,66 a	2,55 b	3,28 b	3,76 b	1,18 c	1,12 a	1,24 b
<i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	3,11 b	3,20 c	3,33 c	2,37 c	2,41 c	2,84 c	1,33 b	1,33 b	1,17 d
<i>P. maliformis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	2,16 e	2,23 d	2,78 d	2,14 d	2,17 d	2,30 e	1,01 d	1,03 d	1,20 c
<i>P. quadrangularis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	3,30 a	3,42 b	3,51 c	2,19 d	2,25 d	2,48 d	1,51 a	1,52 a	1,42 a
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	2,81 c	3,09 c	3,36 c	3,24 a	3,76 a	3,97 a	0,87 e	0,82 f	0,87 f
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (sin injertar)	2,47 d	3,17 c	4,24 b	2,47 b	3,17 b	4,24 a	1,00 d	1,00 e	1,00 f
Media	2,81	3,13	3,64	2,50	2,77	3,07	1,14	1,13	1,14
CV (%)	18,09	17,62	19,53	18,73	24,64	23,62	12,96	12,05	9,36

**Nota:** Los promedios seguidos de letras iguales minúsculas en las columnas, no difieren por la prueba de medias de DUNNET al 5%.

Las relaciones entre los promedios del diámetro del portainjerto y la copa en todos los tratamientos mostraron una correlación de  $r = 0,66$  (Figura 2.4). La combinación *P. maliformis* (cholupa) / *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá) presentó la correlación más baja con  $r = 0,25$ , seguido por *P. alata* (maracua) / *P. edulis* f. *flavicarpa* con  $r = 0,41$  entre todos los tratamientos. En contraste, el maracuyá autoinjertado alcanza una correlación de  $r = 0,61$ , lo cual es similar a lo encontrado en *P. quadrangularis* (badea) / *P. edulis* f. *flavicarpa* ( $r = 0,56$ ).



**Figura 0.4:** Correlaciones entre el diámetro del portainjerto y la copa dentro de cada tratamiento.

### Efecto del portainjerto

Los promedios de las variables evaluadas (DCO, AP, NH y NE) entre los tratamientos y durante las mediciones en el tiempo presentaron diferencias significativas de acuerdo con la prueba de DUNNET al 5% (Figura 2.4). El tratamiento control (*P. edulis f. flavicarpa* sin injertar) mostró los mayores valores con las cuatro variables a los 90 días después de la injertación (DDI), seguido por las combinaciones *P. alata* / *P. edulis f. flavicarpa* y la autoinjertación (maracuyá / maracuyá).

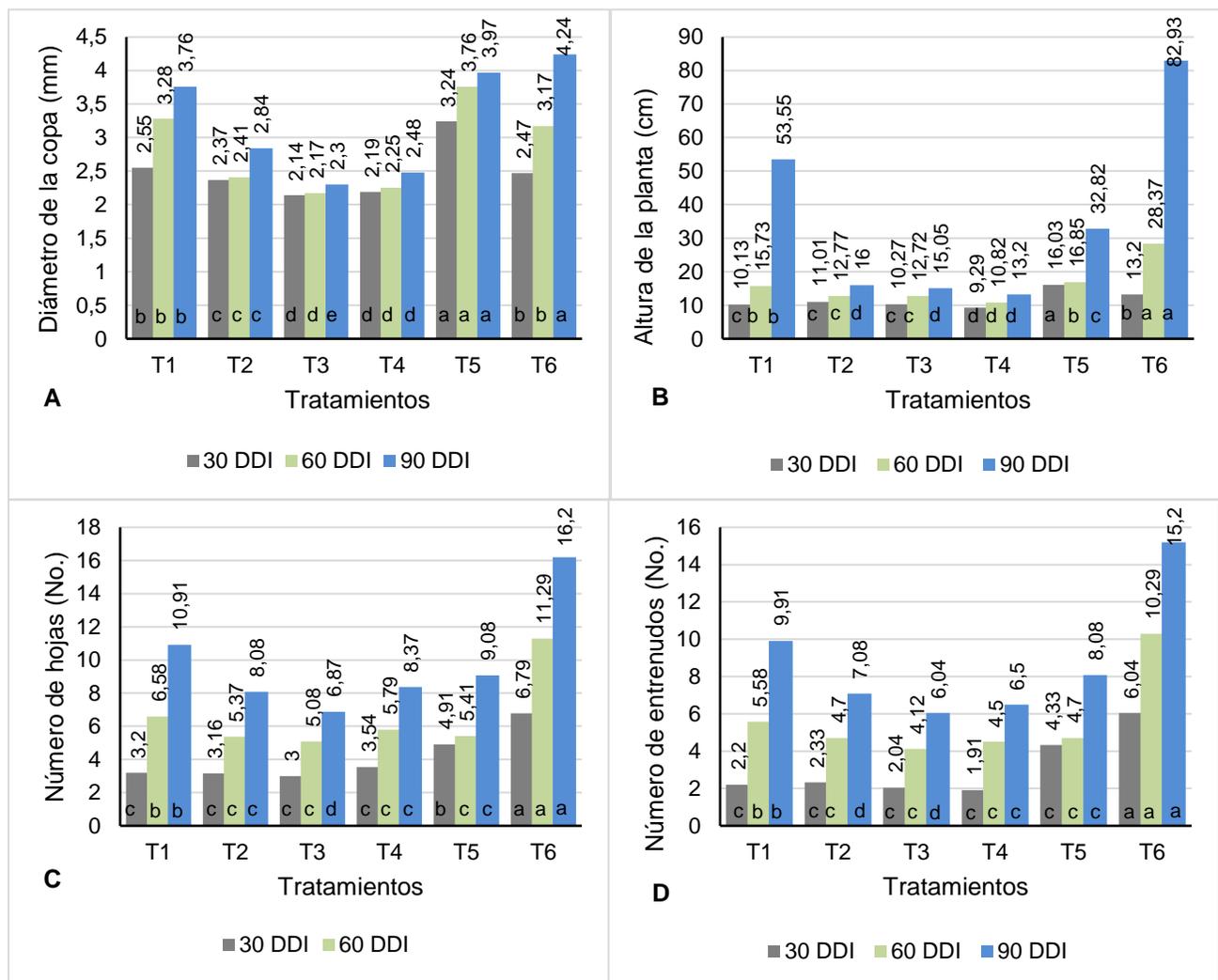
El diámetro de la copa (DCO) presentó valores entre 2,30 y 3,97 mm para todos los tratamientos con injertación a los 90 DDI. Los patrones *P. alata* y *P. edulis* f. *flavicarpa* (autoinjertada) mostraron poco efecto sobre el diámetro de la copa (3,86 y 3,97 mm) con un menos del 11% de diferencias con relación al control maracuyá sin injertar (4,24 mm). Por otro lado, la combinación *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* mostró el menor diámetro de la copa con 2,3 mm, aunque su diferencia con el portainjerto no fue significativa (2,78 mm).

El análisis de compatibilidad mostró valores positivos (>1), de compatibilidad para las plantas no injertadas (1). Igualmente, los portainjertos *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis* y *P. quadrangularis* presentaron valores entre 1,17 a 1,42. En contraste, cuando *P. edulis* f. *flavicarpa* fue autoinjertado mostró una compatibilidad negativa (0,87). Sin embargo, este valor es cercano a 1, y se espera que el valor cambie a positivo (>1), debido a que existe una compatibilidad genética del 100%.

El efecto del portainjerto respecto a la altura de la planta (AP) es considerable en las combinaciones donde se utilizó *P. edulis* f. *flavicarpa* (autoinjertada) y *P. alata* con valores que alcanzaron los 32,82 y 53,55 cm a los 90 DDI. En general, los tratamientos presentaron más del 36% de efecto en la reducción de la altura de la planta respecto al control (82,93 cm). Sin embargo, todas las combinaciones portainjerto-copa alcanzaron los 15 cm de altura de la planta a los 90 DDI, y algunas a los 60 DDI (*P. alata* y maracuyá sin injertación), lo cual es importante debido a que esta altura es un parámetro agronómico que permite el trasplante de las plantas al campo, teniendo en cuenta que las plantas sin injertar son 14 días menores que los portainjertos.

En cuanto al número de hojas NH evaluadas durante 30, 60 y 90 DDI, presentaron diferencias significativas (DUNNET al 5%) con promedios entre 4,01 y 9,92 NH, respectivamente. El tratamiento control (*P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar) presentó el mayor NH en las tres mediciones en el tiempo (DDI) con 6,79, 11,29 y 16,20 NH. Asimismo, cuando el maracuyá fue autoinjertado, los valores a los 30 DDI fueron superiores (4,91 NH) a los reportados con *P. alata*, *P. maliformis* y *P. quadrangularis* (3,20; 3,0 y 3,54 NH). Sin embargo, *P. alata* a los 90 DDI emitió un mayor número promedio de hojas (10,91 NH), superando a los demás portainjertos (Tabla 2.2 y Figura 2.5 C). En contraste, el portainjerto con *P. maliformis* (90 DDI) tuvo un efecto de 48,33% (8,37 NH) menos hojas respecto al control (maracuyá / maracuyá).

El promedio en número de entrenudos (NE) mostró diferencias significativas (DUNNET al 5%) entre las diferentes combinaciones portainjerto-copa en los tres tiempos de evaluación (30, 60 y 90 DDI), con promedios entre 3,14 y 8,8 EN. El control (*P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar) presentó la mayor cantidad de entrenudos (6,0, 10,3 y 15,2 NE), seguido por *P. alata* (2,2, 5,6 y 9,9 NE) a los 30, 60 y 90 DDI. Los demás portainjertos presentaron diferencias significativas respecto al control y no superaron los 7,1 entrenudos promedio a los 90 DDI (Tabla 2.2 y Figura 2.5 D). En general, el portainjerto presentó un efecto en el crecimiento de la copa en la mayoría de los tratamientos con menos del 20% de número de entrenudos en comparación al control.



**Figura 0.5:** Representación de las variables. A) Diámetro de la copa, B) Altura de la planta, C) Número de hojas y D) Número de entrenudos con mediciones cada 30 días después de la injertación para las

diferentes combinaciones portainjerto-copa T1= *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T2) *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T3) *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T4) *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, T5) *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y T6) *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar.

Las relaciones entre las diferentes variables de crecimiento fueron muy variadas entre y dentro los tratamientos (Tabla 0.2). Existe baja correlación entre AP/DCO con valores entre ( $r = 0,11$  y  $0,48$ ), en todas las combinaciones portainjerto-copa. Sin embargo, la correlación más baja fue para *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertación ( $r = 0,10$ ) a pesar de ser valores bajos, esto indica que la injertación no afectó el DCO con respecto al tratamiento control (maracuyá sin injertar). Por otra parte, existe baja correlación entre NH/DC y NE/DCO con valores entre ( $r = 0,11$  a  $0,45$ ), respectivamente. En contraste, la combinación entre *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* presentó correlaciones negativas para NH/DC y NE/DCO ( $r = -0,0094$  y  $-0,083$ ). Estos valores pueden estar asociados al lento crecimiento y lignificación caulinar del portainjerto, que implicó realizar la injertación con DCO entre 2 a 2,4 mm.

Por otra parte, las combinaciones portainjerto-copa entre: *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertación presentaron una alta correlación entre NH/AP ( $r = 63$ ), al igual que NE/AP ( $r = 0,64$ ). Por el contrario, las combinaciones *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* presentan baja correlación entre NH/AP ( $r = 50$ ), de igual forma entre el NE/AP ( $r = 43$ ). En cuanto a la relación entre el NE/NH las correlaciones fueron superiores a  $r = 0,86$  y cuando se emplearon los portainjertos con *P. edulis* f. *edulis*, *P. alata*, autoinjertación (maracuyá / maracuyá) y el control existe una correlación directa entre estas dos variables ( $r = 1$ ).

**Tabla 0.3:** Correlación entre altura de la planta, número de hojas, número de entrenudos versus diámetro de la copa, altura de la planta y número de hojas.

<i>P. alata / P. edulis f. flavicarpa</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta (cm)	0,2322		
Número hojas	0,3875	0,6378	
Número entrenudos	0,3875	0,6378	1,0000
<i>P. maliformis / P. edulis f. flavicarpa</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta	0,1108		
Número hojas	-0,0094	0,4590	
Número entrenudos	-0,0843	0,4363	0,9400
<i>P. quadrangularis / P. edulis f. flavicarpa</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta (cm)	0,4839		
Número hojas	0,4544	0,6571	
Número entrenudos	0,4187	0,7383	0,8659
<i>P. edulis f. edulis / P. edulis f. flavicarpa</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta (cm)	0,3312		
Número hojas	0,4697	0,4959	
Número entrenudos	0,4697	0,4959	1,0000
<i>P. edulis f. flavicarpa / P. edulis f. flavicarpa</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta (cm)	0,3751		
Número hojas	0,2319	0,6439	
Número entrenudos	0,2319	0,6439	1,0000
<i>P. edulis f. flavicarpa sin injertación</i>			
	Diámetro copa (mm)	Altura planta	Número hojas
Altura planta (cm)	0,1088		
Número hojas	0,1108	0,7099	
Número entrenudos	0,1108	0,7099	1,0000

### 3.3. Discusión

#### *Compatibilidad*

La injertación en el cultivo de maracuyá ha sido adoptada como una alternativa para resolver problemas generados principalmente por factores bióticos como el ataque de hongos del suelo,

tales como *Fusarium* spp. (Lima et al., 2019). La mayoría de las investigaciones con la tecnología de la injertación se ha realizado en Australia, Brasil, Kenia, Uganda, Taiwán, Vietnam y Sur África en el maracuyá y la gulupa la mayoría con relativa efectividad a partir de un germoplasma con poca variabilidad (Nunes et al., 2020). Sin embargo, existen algunas limitantes para la injertación del maracuyá, con otras especies de *Passiflora*, como la diversidad en las formas del tallo (cilíndrico y cuadrangular), proximidad genética y el bajo grado de domesticación que impiden altos porcentajes de germinación, lo que dificulta la adopción de la técnica. En Colombia los estudios de injertación en pasifloras han sido limitados y en los últimos años los huertos se han establecido sin ninguna validación agronómica poniendo en riesgo las inversiones de los productores.

El primer paso de investigación en la técnica de injertación es la evaluación del porcentaje de la supervivencia (PSV), y en este estudio todas las combinaciones portainjerto-copa presentaron el 100% de compatibilidad. En otros estudios los porcentajes son inferiores con portainjertos como *P. alata* (Menezes, 1990), *P. caerulea* (Kimura, 1994), *P. gibertii* (Chaves et al., 2004; Menezes et al., 1994), *P. mucronata* (Lima et al., 1999), *P. setacea* y *P. nitida* (Salazar et al., 2013), los cuales no superaron el 85% de supervivencia. Mientras tanto, cuando *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá) fue injertado sobre *P. quadrangularis* (badea) el PSV alcanzó el 86,5% (Roncatto et al., 2011). Similar porcentaje fue obtenido por Morgado et al. (2015) cuando la gulupa ha sido autoinjertada (*P. edulis* f. *edulis*) con un 90% de SV. Otro estudio realizado en Brasil realizado por Roncatto et al. (2011) muestra 100% de SV cuando *P. edulis* f. *flavicarpa* "G38" fue autoinjertado y sobre las especies *P. alata* (maracuyá dulce) y *P. edulis* f. *edulis*. De igual manera 100% de SV reporta Silva et al. (2005) utilizando *P. alata* como portainjerto. Los resultados anteriores son variados y otra investigación con *P. gibertii* como portainjerto en Brasil para el maracuyá mostró 100% de SV (Lima et al., 2018). Asimismo, otros estudios realizados por Morgado et al. (2015); Santos et al. (2015), reportan SV entre 95 y 100% para 30,60 y 90 DDI utilizando *P. edulis* f. *edulis* y *P. alata* como portainjerto. Los trabajos antes citados utilizaron la técnica de injertación de tipo púa terminal o púa central. Las variaciones en los porcentajes de supervivencia están ligadas a varios factores como la compatibilidad anatómica entre la copa y el portainjerto, proximidad o acervo genético (Ocampo et al., 2021a), técnica y habilidad del injertador. Estas condiciones permiten una rápida unión, cicatrización y reconexión de los tejidos vasculares (Hartmann y Kester, 2014). Otros factores, como las interacciones de fitohormonas y

translocación de proteínas desde la raíz y la copa hasta la zona de injertación o cicatrización son también factores que determinan el éxito de la injertación (Pina y Errea, 2005).

En cuanto al diámetro del portainjerto Lenza et al. (2009) muestran resultados similares para *P. alata* (3,6 mm), *P. edulis* f. *edulis* (3,5 mm), *P. quadrangularis* (3,8 mm) y *P. edulis* f. *flavicarpa* (3,6 mm) a los 60 DDI. De igual manera, mediante la injertación hipocotiledonar Nogueira-Filho et al. (2010) mencionan valores similares en *P. edulis* f. *edulis* a los 60 DDI. Por el contrario, Cavichioli et al. (2011), reportan resultados superiores en *P. alata* (7,2 mm) y *P. edulis* f. *edulis* (7,7 mm) 90 DDI. Mientras tanto, en estudios en Colombia con el portainjerto *P. maliformis* es mencionada como potencial portainjerto por Lozano et al. (2008) y Forero et al. (2015).

Por otra parte, resultados similares fueron obtenidos por Nogueira-Filho et al. (2011); y Cavichioli et al. (2011) a los 60 DDI cuando en relación con el diámetro de la copa del maracuyá cuando fue injertado con *P. alata* (maracuyá dulce). Estas observaciones son consistentes con los resultados mencionados por Lenza et al. (2009) en *P. alata* (3,6 mm), *P. edulis* f. *flavicarpa* (3,7 mm) y *P. quadrangularis* (3,8 mm). Igualmente, cuando el maracuyá es autoinjertado Salazar et al. (2016), reportan 3,8 mm para los 60 DDI. El crecimiento del diámetro de la copa está asociado con una alta compatibilidad anatómica con el portainjerto, lo que permite rápida cicatrización y por consiguiente un acelerado crecimiento de la copa (Ceballos et al., 2021).

En este sentido, la compatibilidad entre el portainjerto y el injerto se deriva de la afinidad taxonómica, morfológica, anatómica e histológica (Peil, 2003). La compatibilidad positiva muestra las interacciones celulares entre los dos genotipos (Franco et al., 2018). Por otra parte, Farias et al. (2013) manifiestan que los valores de compatibilidad mayor a uno (>1), representa alto vigor del portainjerto. De acuerdo con la mecánica de fluidos, cuando un soluto fluye desde un tubo de diámetro mayor a uno de menor diámetro, la presión aumenta, lo que genera una rápida distribución de estos solutos por toda la estructura (Franco et al., 2018). De acuerdo, a lo anterior, las plantas no injertadas y los portainjertos *P. alata*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis* y *P. edulis* f. *edulis* mostraron compatibilidad positiva >1. Esto indica que los portainjertos empleados en este estudio son promisorios para el cultivo de maracuyá, con especial énfasis los que poseen tolerancia a patógenos del suelo.

### *Interacción portainjerto-injerto*

En cuanto a la altura de la planta (AP), 90 DDI el maracuyá sin injertar presentó la mayor AP con (82,93 cm), seguido de las plantas injertadas sobre *P. alata* (53,55 cm), en tercer lugar, el maracuyá autoinjertado (32,82 cm) y en cuarto lugar los portainjertos *P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis* y *P. quadrangularis*, con AP entre 14 y 16 cm. Resultados semejantes reportaron Santos et al. (2015) al utilizar los portainjertos *P. alata* (15,93 cm) 60 DDI y *P. edulis* f. *flavicarpa* (28,92 cm) 90 DDI. Sin embargo, Morgado et al. (2015), muestra alturas superiores en los injertos sobre *P. alata* (50,37 cm), *P. edulis* f. *flavicarpa* (85,56 cm) y plantas no injertadas 103,37 cm 60 DDI. El rápido crecimiento de la copa depende del tiempo de formación del callo o puente de las células parenquimatosas en la zona de injertación, lo que permite la rápida reconexión de los haces vasculares permitiendo la absorción nutriente desde la raíz hacia la copa o vástago y de foto-asimilados desde las hojas hacia toda la planta, en este trabajo se pudo observar que la cicatrización total del injerto tarda entre 20 a 25 días (Harmant y Kester, 2014). Por otro lado, algunos investigadores recomiendan que la planta de maracuyá está lista para el trasplante en campo cuando tiene una altura de 15 cm (Manica, 1981; Steinberg 1988; São José, 1991; Lima et al., 1994; Teixeira, 1994; Lima et al., 1999), o cuando la planta emite su primer zarcillo caulinar (Ocampo et al., 2009). Destacando que la planta de maracuyá sin injertar alcanzó esta altura a los 60 DDG, y cuando fue producida por injertación se tarda 70 DDI o 110 DDG. Así, en este estudio se recomienda que las plantas injertadas pueden ser trasplantadas entre los 70 y 90 días, y cuando estas provengan de semilla y sin injertación pueden alcanzar los 15 cm de altura a los 60 días. Sin embargo, Cavichioli et al. (2009) y Morgado (2011) mencionan que las plántulas injertadas serían apropiadas para la plantación aproximadamente a los 105 DDI. Por lo tanto, la práctica del injerto no retrasa significativamente la producción de las plantas ya que no se interrumpe su fase vegetativa y entrará en su etapa de producción 170 a los DDI o 5,5 meses después de la injertación.

En cuanto a la variable número de hojas (NH) 90 DDI, las plantas de maracuyá sin injertar obtuvieron mayor NH (16,2), seguido de las plantas injertadas sobre *P. alata* con 10,91 NH, mientras tanto, no hubo diferencia entre los portainjertos *P. edulis* f. *edulis*, *P. quadrangularis* y el maracuyá autoinjertado con NH entre (8,08 a 9,08) respectivamente, en cuarto lugar, el portainjerto *P. maliformis* que obtuvo el menor NH 6,87. Estudios realizados por Lima et al. (2017) reportan resultados superiores, del maracuyá "BRS-RUBI" injertado en *P. edulis* f. *flavicarpa* (7

hojas) 30 DDI, y *P. alata* (8 hojas) 90 DDI. Sin embargo, Santos et al., (2016) encontró resultados similares a los 90 DDI con los portainjertos *P. alata* (7,22 hojas) y *P. edulis f. edulis* (8,01 hojas). De igual manera resultados similares 90 DDI, obtuvo Cavichioli (2008) cuando realizo el autoinjerto del maracuyá (9,02 hojas).

El número de hojas y número de entrenudos son variables dependientes. Sin embargo, algunos estudios sugieren no utilizar el número de hojas como descriptor de crecimiento de la copa o dosel, ya que puede estar expuesta a daños mecánicos por plagas y enfermedades (Staveley y Wolstenholme 1990). Es por esto que Vasconcelos et al. (2005), recomienda utilizar el número de entrenudos ya que esta menos sujeto a variación. De acuerdo con la alta correlación encontrada en este trabajo, entre el NE y la AP ( $r = 0,63$ ), así como el NE y el NH ( $r = 0,94$ ), se confirma que estos son descriptores confiables de vigor, entre las combinaciones portainjerto-copa (Tabla 2.2).

La relación entre el número de hojas y la altura de la planta es directamente proporcional de acuerdo con los resultados reportados por Salazar et al. (2021). De tal manera que las combinaciones *P. alata* / *P. edulis f. flavicarpa*, *P. quadrangularis* / *P. edulis f. flavicarpa* y *P. edulis f. flavicarpa* / *P. edulis f. flavicarpa* presentan valores similares de correlación ( $r = 0,64$ ), esto muestra buena relación fisiológica entre las combinaciones portainjerto-copa, en la etapa inicial de crecimiento, por otra parte, las combinaciones *P. maliformis* / *P. edulis f. flavicarpa* y *P. edulis f. edulis* ( $r = 0,49$ ) muestran crecimiento lento de la copa. Sin embargo *P. edulis f. flavicarpa* sin injertación mostró mayor correlación ( $r = 0,70$ ) ya que no tuvieron interrupción en el crecimiento (decapitación en los portainjertos).

En cuanto al número de entrenudos (NE), 90 DDI, las plantas de maracuyá sin injertar obtuvieron mayor NE (15,2), seguido de las plantas injertadas sobre *P. alata* con (9,91) NE, no hubo diferencia entre los portainjertos *P. quadrangularis* y el maracuyá autoinjertado con NH entre 6,5 a 8,08 respectivamente, por otra parte, en cuarto lugar y con menor NE, se agrupan los portainjertos *P. maliformis* (6,04) y *P. edulis f. edulis* (6,5). Las combinaciones entre *P. alata* / *P. edulis f. flavicarpa*, *P. quadrangularis* / *P. edulis f. flavicarpa* y *P. edulis f. flavicarpa* / *P. edulis f. flavicarpa* muestran valores similares entre la correlación del NE y la AP ( $r = 0,64$ ), agrupándose en combinaciones de crecimiento rápido y las combinaciones *P. maliformis* / *P. edulis f. flavicarpa* y *P. edulis f. edulis* ( $r = 0,43$ ) de crecimiento lento. Por otro lado, las plantas no injertadas

presentaron los valores más altos ( $r=0,70$ ) por factores antes mencionadas (Tabla 2.2). En comparación con los resultados obtenidos por Morgado et al. (2015) muestran resultados inferiores para *P. alata* (7 NE) 60 DDI y *P. edulis* f. *edulis* (4 NE) 90 DDI. Así mismo Lenza et al. (2009) reportaron resultados inferiores 90 DDI con los portainjertos *P. alata* (8 NE), *P. edulis* f. *edulis* (7 NE) y *P. quadrangularis* (6 NE). El número de entrenudos puede tener variaciones significativas si se trata de copas de plántulas o de plantas donadoras establecidas en campo utilizadas en la injertación (Cavichioli et al., 2016). Igualmente, Salazar et al. (2021), sugieren que, a mayor edad de las plantas injertadas, se tendrá mayor cantidad de entrenudos tendrán y mayor altura.

Los resultados obtenidos en esta investigación son la línea base para la producción de plántulas injertadas con patrones resistentes a *Fusarium* spp., los cuales deben ser evaluados en campo posteriormente para establecer el desempeño agronómico. Estas evaluaciones agronómicas deben estar enfocadas en la sanidad de la planta, el rendimiento (kg/planta) y la calidad de la fruta para que estos materiales puedan ser ofertados a los productores con una clara validación de la tecnología de la injertación.

### 3.4. Conclusiones

- Las especies *P. caerulea* y *P. popenovii* mostraron bajos porcentajes de germinación y vigor de las plántulas, las cuales no son potenciales como uso de portainjertos para el maracuyá, debido a que estas especies son nativas de zonas agroecológicas diferentes.
- Las combinaciones portainjerto-copa evaluadas en esta investigación presentaron 100% de supervivencia y todas son potenciales para su utilización como uso de portainjerto en el maracuyá.
- El tiempo de cicatrización efectiva entre el portainjerto y la copa varió entre 20 a 25 días después de la injertación (DDI), siendo las especies *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* f. *edulis* y *P. quadrangularis* las más prematuras con 15 DDI.

- Las plantas pueden ser llevadas a condiciones de campo cuando alcanzan mínimo 15 cm de altura (30 a 60 DDI) y la emisión en la copa más de cinco hojas.
- La técnica de injertación con la especie *P. alata* mostró una menor una reducción (-35%) en la altura de la planta, respecto al control *P. edulis* f. *edulis flavicarpa* sin injertar (53,55 vs. 82,93 cm).

### 3.5. Recomendaciones

- Evaluar agronómicamente los portainjertos evaluados en este estudio para establecer el comportamiento de la producción y el rendimiento.
- Determinar el grado de resistencia y/o tolerancia a *Fusarium solani* en el acervo genético primario de las especies usadas como portainjertos para seleccionar los mejores genotipos.
- Realizar estudios con otras especies promisorias con resistencia y/o tolerancia a *Fusarium solani* para utilizarse como portainjertos en el maracuyá.



## **Capítulo 2: EFECTO DE CUATRO PORTAINJERTOS (*Passiflora* spp.) EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA FRUTA EN EL MARACUYÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)**

El maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener) es una de las principales especies frutales de la región neotropical por su valor nutricional y su uso como fruta fresca en bebidas refrescantes (Rodríguez et al., 2020). Sin embargo, el cultivo está siendo afectado por numerosas enfermedades que reducen la producción e imponen tratamientos químicos para su control (Fischer et al., 2010; Silva et al., 2011). Entre estas enfermedades está la secadera causada por el hongo del suelo *Fusarium solani*, el cual ha causado grandes pérdidas económicas a nivel global y en las zonas productoras de maracuyá en Colombia (Forero et al., 2015; Preisigke et al., 2015). Una alternativa para mitigar esta problemática es hacer uso de técnica de la injertación, la cual es recomendada por varios investigadores en otras zonas productoras en el mundo (Chaves et al., 2004; Silva et al., 2005, Lima et al., 2018; Salazar et al., 2021). El injerto es una técnica que contribuye al establecimiento de huertos técnicamente superiores si se compara con aquellos formados por semillas, ya sea en función del control de enfermedades, como la muerte temprana de las plantas, o para la multiplicación de materiales de alto rendimiento (Roncatto et al. 2005; Machado et al., 2015).

El uso de portainjertos puede influir en el crecimiento de la copa, ya que el sistema radical desempeña un papel importante en la absorción del agua y nutrientes del suelo (Aloni et al., 2010; Lee et al., 2010), como también en la regulación hormonal debido a menor o mayor síntesis y transporte de citoquininas y ácido abscísico desde el portainjerto hacia la copa o dosel (Taiz y Zeiger, 2009). Estudios comparativos entre cultivares de maracuyá obtenidas por semillas e injertados en *P. alata*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. caerulea* y *P. gibertii* mostraron que los portainjertos presentaron un efecto en la precocidad, reduciendo de 6 a 5 meses en la primera producción de frutos respecto al control (Maldonado (1991). Por otra parte, algunas combinaciones de portainjerto-copa pueden tener influencia en el tamaño, rendimiento y calidad de los frutos, y varios investigadores tienen sus conclusiones contradictorias sobre los cambios

en la calidad de la fruta causada por el portainjerto, y sobre si estos efectos son ventajosos o perjudiciales (Davis y Perkins-Veazie, 2006; Alexopoulos et al., 2007; Flores et al., 2010; Roupael et al., 2010; Bekhradi et al., 2011; Kyriacou y Soteriou, 2012). Según Stuchi et al., (1996); Figueiredo y Hiroce (1990); Lima et al. (2018); Salazar et al. (2021), mencionan que existe un gran número de factores en la calidad de la fruta que pueden verse influidos por el uso de portainjertos como el sabor, tamaño y peso de la fruta, color y grosor de la cáscara, sólidos solubles totales (°Brix), contenido de jugo, acidez, color del jugo, contenido de sales minerales, contenido de ácidos grasos y conservación posterior a la cosecha. De igual forma estudios realizados por Cavichioli et al. (2011), mencionan que el uso de portainjertos en el maracuyá solo tuvo influencia en el tamaño del fruto, pero no afectó la calidad como la masa fresca media de la fruta, masa y grosor de la cáscara, el rendimiento de jugo y el contenido total de sólidos solubles.

En Colombia no existe estudios sobre el efecto y la evaluación agronómica del maracuyá injertado en especies con resistencia a *Fusarium solani*, que permitan mitigar esta problemática en los sistemas productivos. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del uso de portainjertos, en el rendimiento, productividad y en la calidad de la fruta del maracuyá, injertado sobre las especies *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis* y *P. edulis* f. *flavicarpa*.

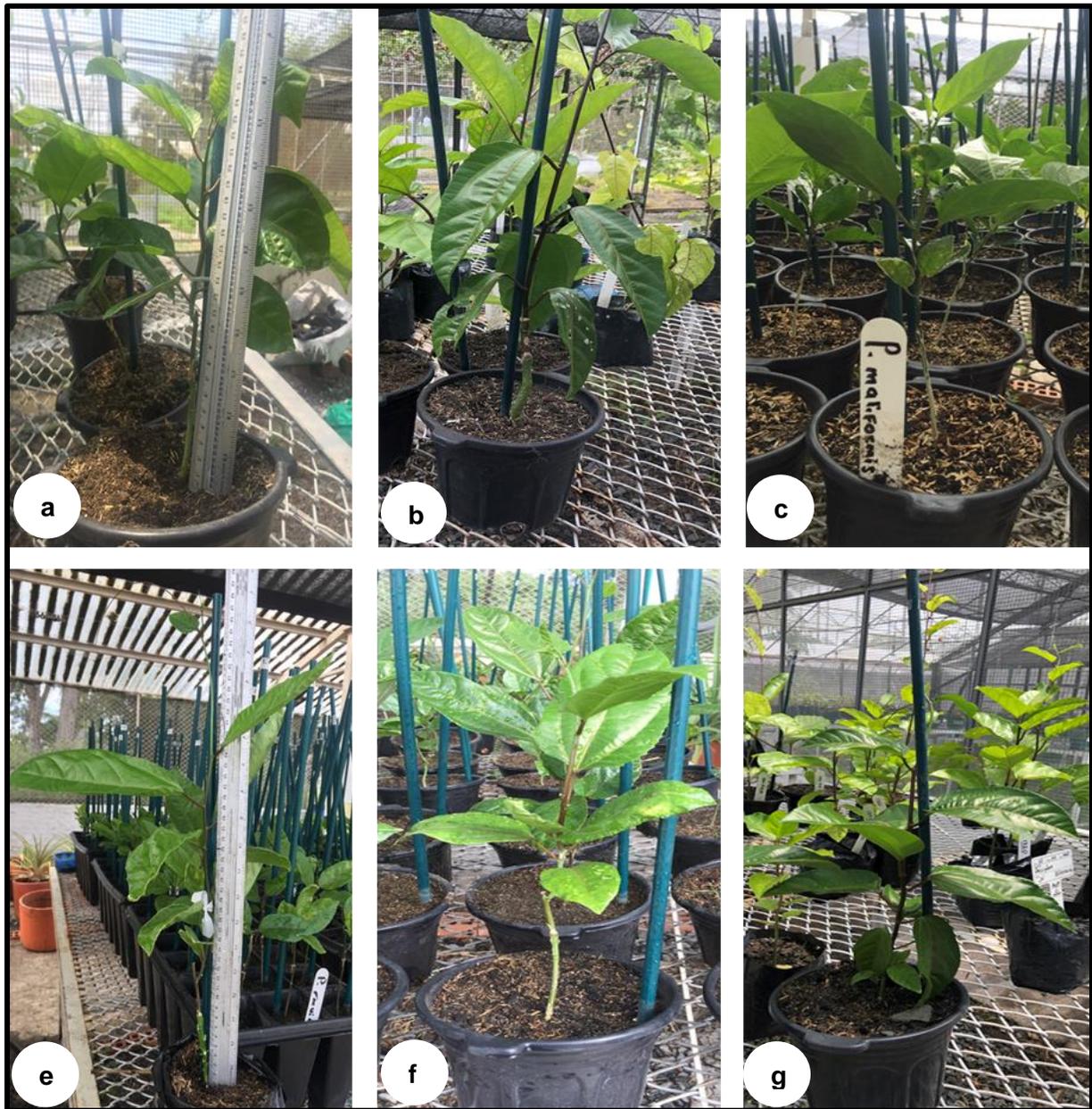
## **4.1. Materiales y metodología**

### **4.1.1. Área de estudio**

El estudio fue realizado en los campos experimentales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira, ubicado en el municipio de Palmira en el departamento del Valle del Cauca, Colombia con coordenadas geográficas (3°30'2756" N; 76°19'272 O) a una altura media de 1001 m s. n. m., temperatura media de 24 °C, precipitación anual 1050 mm, con humedad relativa de 80% y con un tipo de suelo franco arcilloso.

### 4.1.2. Material vegetal

Plantas de maracuyá de 90 días de edad injertadas en cuatro portainjertos (*P. alata*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis* y *P. edulis* f. *edulis* con 104 DDG) y producidas bajo condiciones controladas en casa de malla de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira, fueron llevadas a condiciones de campo (Figura 3.1).

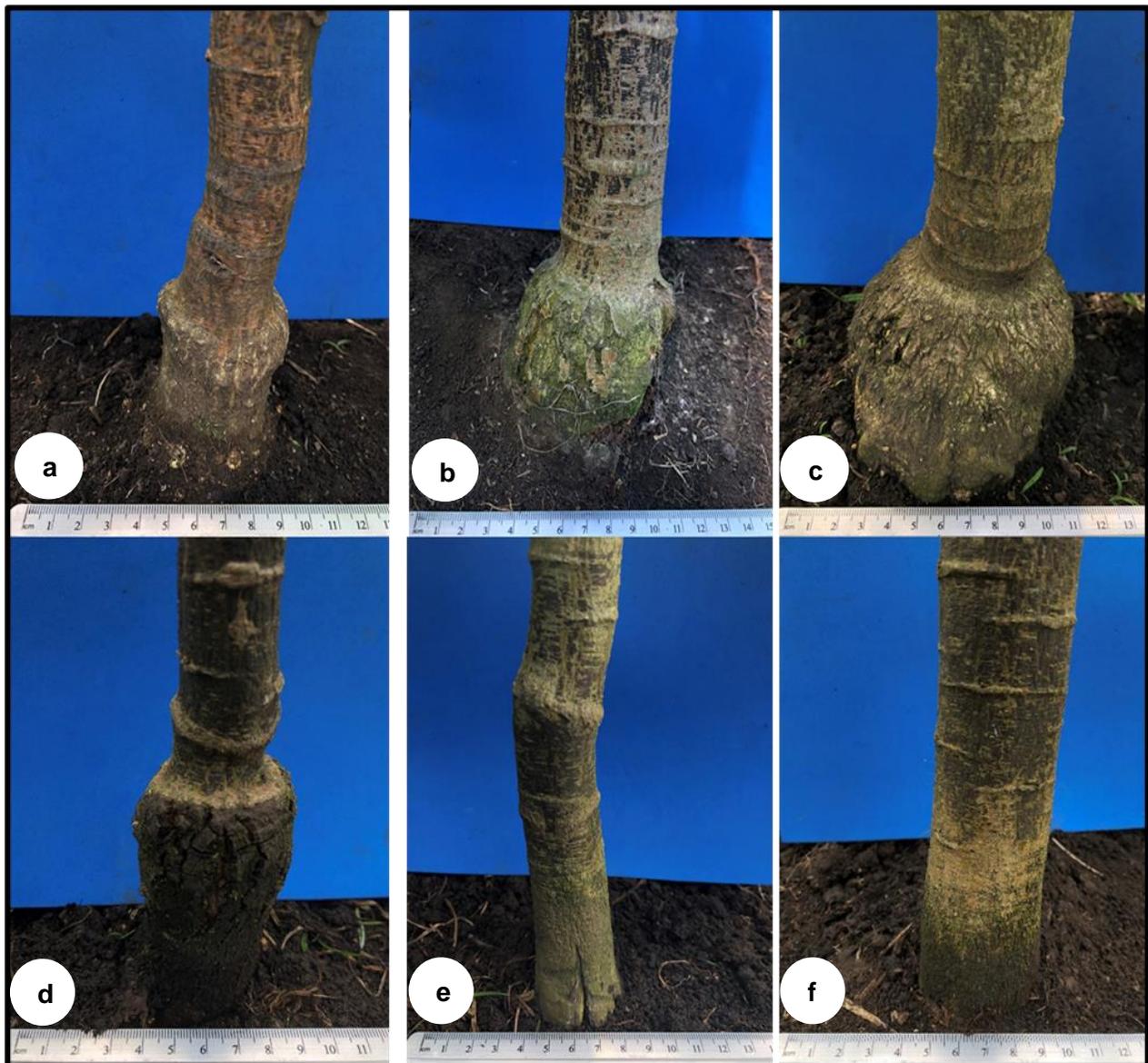


**Figura 0.1:** Plantas de maracuyá injertadas en diferentes especies de *Passifloras* A) T1: *Passiflora alata* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, B) T2: *Passiflora edulis* f. *edulis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, C) T3: *Passiflora maliformis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, D) T4: *Passiflora quadrangularis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, E) T5: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y F) T6: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar).

### 4.1.3. Siembra y sistema de tutorado

Los tratamientos fueron sembrados en campo entre enero y febrero del 2020, (Figura 3.2) y evaluados hasta febrero del 2021. Hoyos de 40 x 40 cm fueron excavados y tratados con Trichobiol (*Trichoderma* sp.) aplicando 1,5 g/litro por sitio. Siete días después las plantas fueron establecidas con distanciamiento de siembra de 3 metros entre surco y 6 metros entre plantas bajo un sistema de conducción de mantel o T con tutores de 1,75 m alto x 0.80 m de ancho, espaciados cada 6 m, con tres hilos de alambre galvanizado calibre 14 espaciados a 0.40 m.

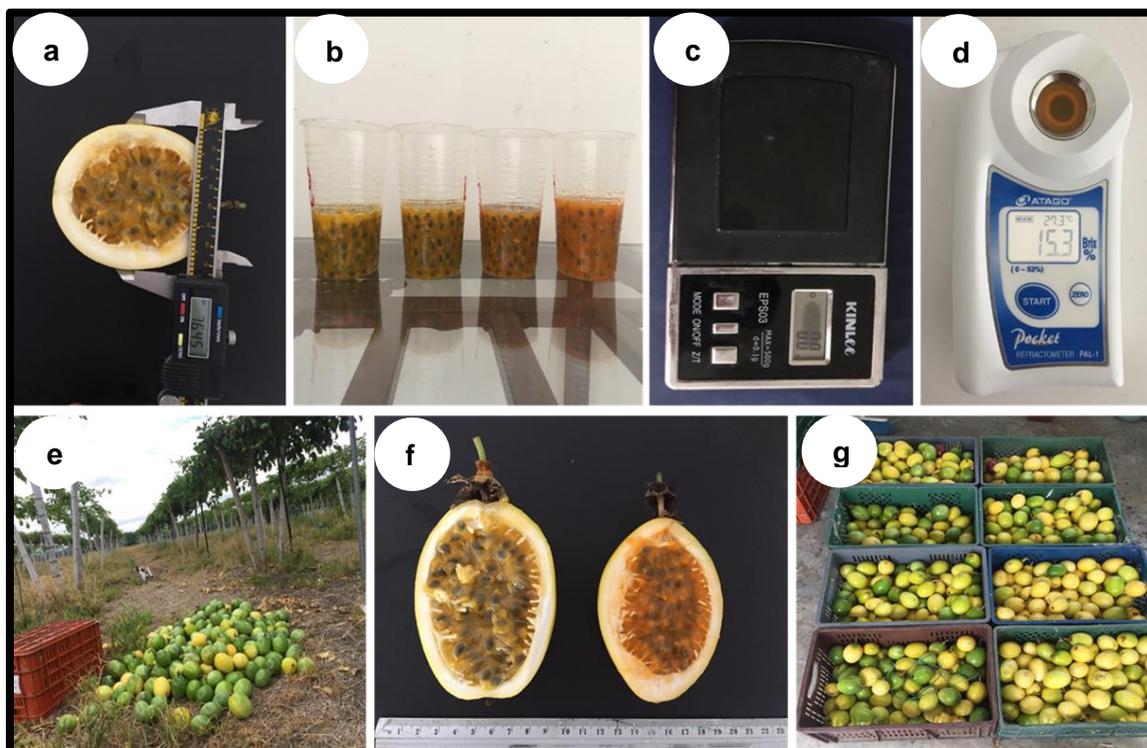
La fertilización se realizó según recomendaciones de Magnitskiy (2004). Las aplicaciones de productos agroquímicos y productos biológicos para el control de plagas y enfermedades se realizaron en horas de la mañana según recomendaciones por Ocampo et al. (2012). Se utilizaron productos con ingrediente activo Spirotetramad (Movento), para insectos chupadores, para insectos defoliadores Lambda-cihalotrina Tiametoxam (Engeo) y Deltamethrina + thiacloprid (Proteus) para control de insectos chupadores raspadores. Para el control de enfermedades causadas por hongos se utilizaron los ingredientes activos Azoxystrobin + Difenconazol (Amistar Top) y Fosetyl + Propamocarb (Prevalor). El sistema de riego fue por goteo localizado con descarga de 4 lt/h 2 goteros por planta, la polinización fue realizada por insectos del género *Xylocopa* spp, polinizadores naturales del maracuyá e insectos visitantes.



**Figura 0.2:** Tallos con 16 meses de edad de los portainjertos evaluados. A) T1: *Passiflora alata* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, B) T2: *Passiflora edulis* f. *edulis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, C) T3: *Passiflora maliformis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, D) T4: *Passiflora quadrangularis* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, E) T5: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* / *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y F) T6: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar).

#### 4.1.4. Diseño experimental

El ensayo se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) con 4 repeticiones y 6 tratamientos. La unidad experimental fue de 4 plantas por cada tratamiento para un total de 96 plantas para evaluación.



**Figura 0.3:** Implementos utilizados para la evaluación de la calidad de fruta de maracuyá. A) Pie de rey digital, B) Muestras para prueba de calidad, C) Balanza digital, D) Refractómetro digital, E, F y G) Cosecha, acarreo y selección de frutos para toma de muestras de calidad.

#### 4.2. Variables evaluadas

Un total de 11 variables fueron evaluadas para cada tratamiento (Tabla 3.1). Las características de calidad de la fruta fueron evaluadas con una muestra de 20 frutos por repetición de cada tratamiento, durante el periodo de julio hasta octubre del 2020. La producción estuvo expresada por número de frutos por planta, kilogramos de frutos por planta y toneladas por hectárea y corresponden a seis meses de cosecha desde julio a diciembre del 2020. En cuanto al contenido de sólidos solubles totales (SST) se obtuvo utilizando un refractómetro digital portátil, con lecturas

en el rango de 0 a 32 °Brix y las lecturas se hicieron con alícuotas de jugo de la pulpa de las muestras que contenían jugo de las cinco frutas (Figura 3.3 B y D). La coloración de la pulpa (CPU) se obtuvo mediante la evaluación visual de la coloración de la pulpa de los frutos, mediante dos tonalidades amarillo (1) y naranja (2), (Figura 3.3 F).

**Tabla 0.1:** Variables evaluadas en maracuyá amarillo injertado en diferentes especies de *Passiflora*.

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nota</b>
Diámetro del portainjerto (DPI).	mm	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Diámetro de la copa (DCO).	mm	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Producción (PRD).	kg por planta	Peso total de frutos cosechados
Número de frutos (NFR).	Frutos por tratamiento	Suma de frutos cosechados por planta
Peso del fruto (PFR).	g	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Peso de la pulpa (PPU).	g	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Longitud del fruto (LFR).	cm	Medida tomada longitudinal al pedúnculo.
Diámetro del fruto (DFR).	cm	Medida tomada en la parte ecuatorial del fruto.
Porcentaje de pulpa (%PU).	%	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Contenido de sólidos solubles totales (SST).	°Brix (0 a 32)	Media aritmética del total de los frutos evaluados
Color de la pulpa (CPU).	Royal Horticultural	Dos tonalidades amarillo (1) y naranja (2).

### 4.3. Análisis de la información

Los datos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y correlaciones de Pearson. Las medias de los tratamientos fueron sometidas a pruebas de Tukey al 5% de significancia utilizando el software estadístico SAS versión 9.4.

### 4.4. Resultados

#### *Desarrollo vegetativo del portainjerto-copa*

El análisis de varianza (ANOVA) entre los tratamientos evaluados muestra que existen diferencias significativas al 1% de probabilidad para las variables diámetro del portainjerto (DPI) y diámetro de la copa (DCO) para los 160, 190 y 360 DDI. Sin embargo, las interacciones entre las repeticiones de cada tratamiento no presentan diferencias significativas al igual que en las interacciones entre tratamientos y repeticiones (Tabla 3.2).

**Tabla 0.2:** Análisis de varianza para las variables diámetro del portainjerto (DPI) y diámetro de la copa (DCO) a los 160, 190 y 360 días después de la injertación.

Fuente de variación	GL	DPI	DPI	DPI	DCO	DCO	DCO
		160	190	360	160	190	360
<b>Suma de Cuadrados (SC)</b>							
<b>Tratamientos</b>	5	83,98**	283,45**	710,6**	306,35**	210,13**	459,51**
<b>Repetición</b>	3	5,64 <sup>ns</sup>	18,16 <sup>ns</sup>	82,29 <sup>ns</sup>	9,61 <sup>ns</sup>	10,14 <sup>ns</sup>	7,85 <sup>ns</sup>
<b>T x R</b>	15	6,02 <sup>ns</sup>	18,62 <sup>ns</sup>	66,40 <sup>ns</sup>	48,46 <sup>ns</sup>	14,30 <sup>ns</sup>	30,12 <sup>ns</sup>
<b>Error</b>	72	7,75	33,40	125,67	266,96	12,27	35,94
CV (%)		14,97	19,60	28,17	12,45	13,99	18,86
Media (mm)		18,60	29,48	39,79	15,46	25,04	31,78
DMS (5%)		1,84	3,25	6,14	1,99	2,85	4,14

**Nota:** GL grados de libertad; \* = significativo (5% de probabilidad); \*\* = altamente significativo (1% de probabilidad); ns = sin significancia.

En el análisis del diámetro del tallo se encontraron diferencias significativas (Tukey al 5%) entre las diferentes combinaciones portainjerto-copa en las tres mediciones en el tiempo (160, 190 y 360 DDI), el promedio de DPI y DCO 360 DDI, fueron diferentes 39,78 mm y 31,78 mm, respectivamente (Tabla 3.3). Los portainjertos *P. edulis* f. *edulis* y *P. maliformis* presentaron el mayor DPI 360 DDI 48,28 mm y 45,95 mm, seguidos por *P. quadrangularis*, *P. alata* y *P. edulis*

f. *flavicarpa* que no difieren entre ellas y con menor ganancia del DPI, *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar. Por otra parte, el mayor DCO 360 DDI lo obtuvo *P. edulis* f. *flavicarpa* 40, 42 mm. Seguido por *P. edulis* f. *edulis*, *P. quadrangularis*, *P. maliformis* y *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar, las cuales no difieren entre ellas. y en último lugar *P. alata* con 24, 21 mm DCO, 360 DDI (Tabla 3.3).

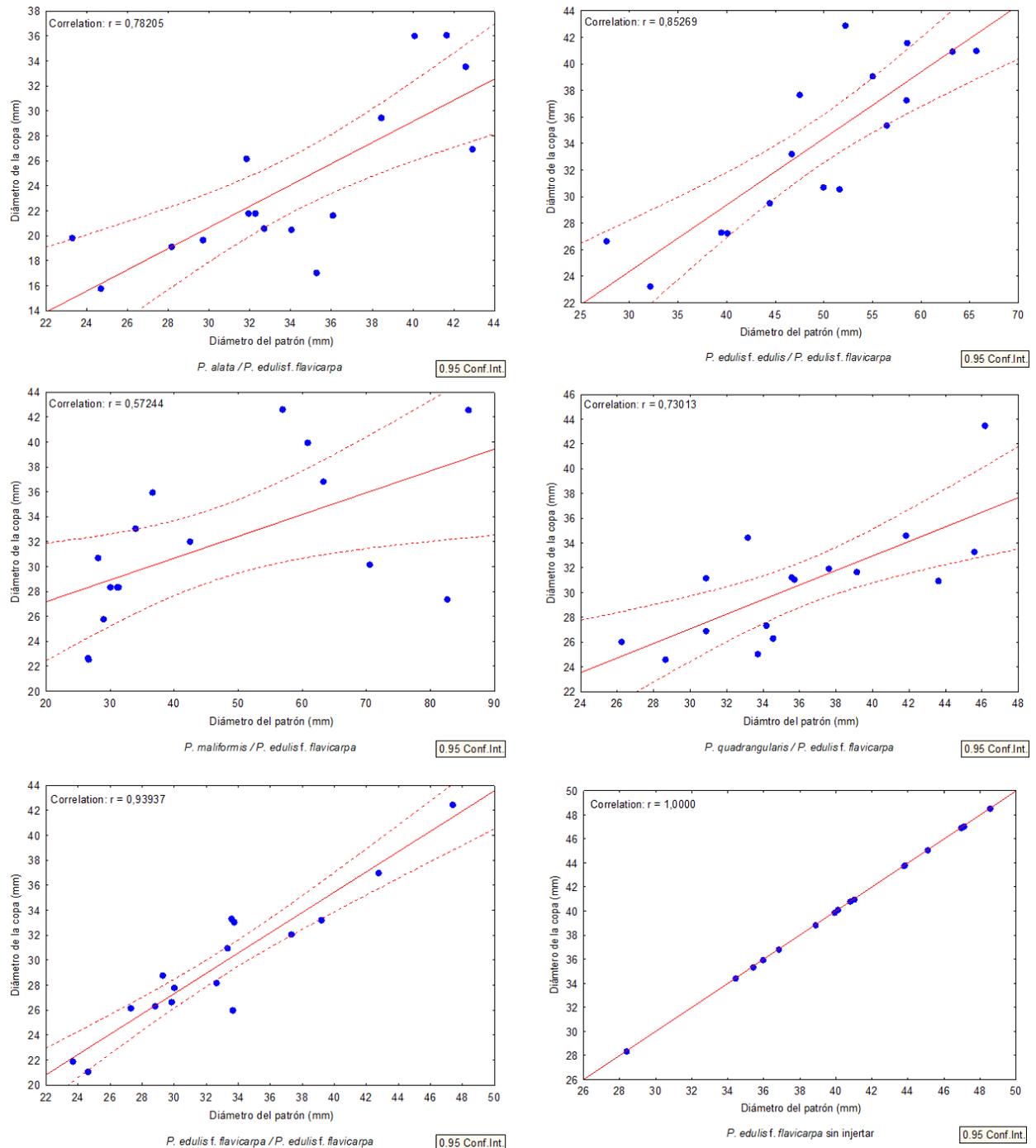
**Tabla 0.3:** Diámetro del portainjerto (mm), diámetro de la copa (mm) y compatibilidad de las plantas de maracuyá injertadas en cinco especies de *Passiflora*.

Portainjertos	DPI (mm)			DCO (mm)			Compatibilidad		
	Días después de la injertación								
	160	190	360	160	190	360	160	190	360
<i>P. alata</i>	22,16 a	26,50 c	34,07 c	13,53 d	21,39 d	24,14 c	1,64 a	1,24 b	1,45 a
<i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i>	19,95 a	35,86 a	49,28 a	14,07 d	25,20 b	34,03 b	1,45 b	1,44 a	1,44 a
<i>P. maliformis</i>	17,41 b	31,34 a	45,95 a	15,81 b	25,58 b	31,71 b	1,11 c	1,23 b	1,43 a
<i>P. quadrangularis</i>	15,53 c	27,44 c	36,07 c	14,34 d	24,69 b	30,65 b	1,09 c	1,20 c	1,18 b
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> "1506"	17,67 b	24,25 c	32,92 c	16,12 b	21,84 d	40,42 a	1,10 c	1,12 d	1,10 b
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (sin injertar)	18,88 b	31,49 a	40,24 b	18,88 a	31,49 a	29,71 b	1,00 d	1,00 d	1,00 c
Media	17,67	24,25	39,78	16,13	21,85	31,78	1,22	1,19	1,27
CV (%)	7,03	13,34	26,67	9,52	13,83	18,26	13,71	17,51	21,37

**Nota:** Los promedios seguidos de la misma letra mayúscula vertical, no difieren significativamente, según la prueba de Tukey, al 5%.

Los análisis de correlaciones muestran altas afinidades entre el DCO/DPI 360 DDI, para las combinaciones entre *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa* presenta alta correlación con ( $r = 0,78$ ), así mismo la combinación *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* ( $r=85$ ), de igual forma la combinación *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* con ( $r = 0,73$ ), y la combinación entre *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* con ( $r = 0,93$ ). Por otra parte, la combinación entre *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* presentó correlación media con ( $r = 0,57$ ).

El análisis de compatibilidad hasta 360 DDI, mostró valores positivos ( $>1$ ), para las plantas no injertadas (1), también para los portainjertos de *P. alata*, *P. edulis* f. *edulis*, *P. maliformis* y *P. quadrangularis* donde obtuvieron valores entre 1,18 a 1,45. Asimismo, para el autoinjerto de *P. edulis* f. *flavicarpa* que obtuvo compatibilidad positiva (1,10), resultado esperado debido a que durante la fase de evaluación en casa de malla hasta 90 DDI fue negativa con valor de 0,87 (Tabla 2.1 y Tabla 3.3).



**Figura 0.4:** Correlaciones entre el diámetro del portainjerto y la copa 360 días después de la injertación para cada tratamiento.

### Productividad y calidad de fruta

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) muestran diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad entre las diferentes combinaciones portainjerto-copa, en las variables (NFP, PFR, PRD, DFR, LFR, SST y PPU), mientras tanto el %PU, no muestra diferencias. Por otra parte, el ANOVA entre las repeticiones solamente muestra diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad las variables; (PFR, DFR y PPU). En cuanto a la interacción entre tratamientos y repeticiones (T x R), se encontró diferencia altamente significativa para DFR, PPU y %PU. Además, existe diferencia significativa al 5% de probabilidad para el contenido de SST. Sin embargo, no hay significancia entre las variables NFP, PFR, PRD y LFR (Tabla 3.4). Para detectar las diferencias entre los tratamientos se realizaron pruebas de medias de Tukey al 5% de probabilidad, representadas en la (Tabla 3.5).

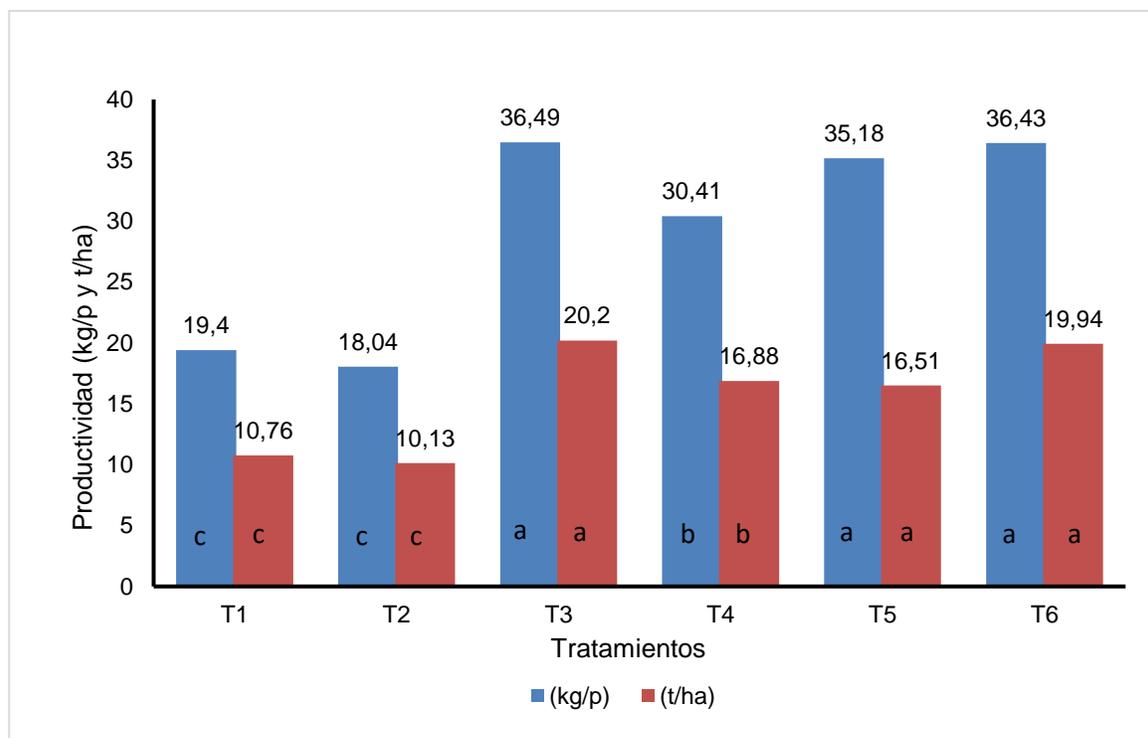
**Tabla 0.4:** Análisis de varianza para las variables; número de frutos por planta (NFP), peso del fruto (PFR), producción por planta (PRD), diámetro del fruto (DFR), longitud del fruto (LFR), sólidos solubles totales (SST), peso de la pulpa (PPU), y porcentaje de pulpa (%PUL).

Fuente de variación	GL	NFP (No.)	PFR (g)	PRD (kg/p)	PRD (t/ha)	DFR (cm)	LFR (cm)	SST (°Brix)	PPU (g)	%PU (%)
Suma de cuadrados (SC)										
Tratamientos	5	13137,29**	2846,29**	1161,9**	1431,58**	418,86**	485,69**	0,77**	1022,39**	17,35 <sup>ns</sup>
Repetición (T x R)	3	707,56 <sup>ns</sup>	1132,55**	23,36 <sup>ns</sup>	28,78 <sup>ns</sup>	70,87**	55,4 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	375,37**	2,57 <sup>ns</sup>
Error	15	496,48 <sup>ns</sup>	336,79 <sup>ns</sup>	13,87 <sup>ns</sup>	17,09 <sup>ns</sup>	35,88**	36,21 <sup>ns</sup>	0,27*	219,81**	31,67**
	72	386,59	202,22	15,25	18,79	11,07	28,04	0,13	67,73	10,14
CV (%)		20,97	20,55	29,66	28,90	7,86	8,04	3,06	12,73	7,2
Media		157,1	187,54	29,32	15,74	7,86	9,15	14,13	96,78	51,76
DMS (5%)		20,35	13,83	2,81	3,12	4,51	4,53	0,39	11,17	4,24

**Nota:** GL grados de libertad; \* = significativo (5% de probabilidad); \*\* = altamente significativo (1% de probabilidad); ns = sin significancia.

En cuanto a la producción y rendimiento de los tratamientos (NFP, PFR y PRD) los resultados son presentados en la Figura 3.5. Así, *P. maliformis* (184,08 NFR), *P. edulis f. flavicarpa* (183,68 NFR) y *P. edulis f. flavicarpa* sin injertar (173,0 NFR) no presentan diferencias entre ellos. En segundo lugar *P. quadrangularis* (155,18 NFR). Mientras tanto, los portainjertos con menor NFR fueron *P. edulis f. edulis* y *P. alata* (116,2 y 130,2 NFR), (Tabla 3,5). Por otra parte, los mayores pesos del fruto (PFR), los obtuvieron *P. maliformis* (203,56 g), *P. edulis f. flavicarpa* y *P. edulis f. flavicarpa* sin injertar los cuales no presentan diferencia entre ellos, en segundo lugar *P. quadrangularis* y *P. alata*, no presentaron diferencia entre ellos. Mientras tanto *P. edulis f. edulis* (165,18 g), obtuvo los menores PFR. La producción (PRD), en kg/p las combinaciones con mayor

producción fueron *P. maliformis* (36,49 kg/p), *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertación (36,43 kg/p) y el maracuyá autoinjertado (35,18 kg/p), seguidas por *P. quadrangularis* (30,41 kg/p), Mientras tanto las combinaciones con *P. alata* (19,4 kg/p) y *P. edulis* f. *edulis* (18,04 kg/p), obtuvieron menor rendimiento. Asimismo, la clasificación fue igual en la de producción expresada en toneladas por hectárea (Figura 3.5 y Tabla 3.5).



**Figura 0.5:** Producción en kilogramos por planta (kg/p) y toneladas por hectárea (t/ha), para las diferentes combinaciones portainjerto-copa.

En cuanto a las variables diámetro del fruto (DFR) y longitud del fruto (LFR), las cuales determinan la forma del fruto (achatada, redonda u oval), los resultados muestran que los frutos en todos los tratamientos fueron ovalados teniendo en cuenta la relación DFR/LFR. Igualmente, las combinaciones con *P. maliformis* (8,47 cm), *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar (8,30 cm), *P. edulis* f. *flavicarpa* (7,79 cm) y *P. quadrangularis* (7,90 cm) mostraron los mayores de diámetros de la fruta (DFR) y sin diferencias significativas (Tukey al 5%). En la variable LFR, las combinaciones con *P. maliformis* (10,12 cm) y *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar (9,21 cm) obtuvieron los mayores LFR, por el contrario, las combinaciones *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. quadrangularis*, *P. alata* y *P. edulis* f. *edulis* no se detectó diferencia significativa entre ellos, con

---

valores entre 8,61 a 8,84 cm que representan LFR inferiores, sin embargo, esto no seguirá que son frutos pequeños (Tabla 3.5).

El análisis del contenido de los sólidos solubles totales (SST) mostró que las diferencias entre los tratamientos no son significativas (Tukey al 5%), lo que demuestra que el portainjerto no tiene un efecto sobre esta variable de calidad de la fruta. En relación con el peso de la pulpa (PPU), las combinaciones con *P. maliformis* (108,41 g), *P. edulis* f. *flavicarpa* (100,76 g) y *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertación (99,29 g) no difieren entre ellas, mientras que los portainjertos *P. quadrangularis* (badea), *P. alata* (maracua) y *P. edulis* f. *edulis* (gulupa) no superan los 91 g promedio de PPU. Por otra parte, el porcentaje de pulpa (%PU) para todas las combinaciones portainjerto-copa no existe diferencia significativa (Tukey al 5%), con un promedio de 51,27 g (Tabla 3.5).



**Tabla 0.5:** Productividad y calidad de la fruta del maracuyá injertado en cuatro portainjertos de *Passifloras*.

Portainjerto / Copa	NFR (No.)	PFR (g)	PRD (kg/p)	REN (t/h)	DFR (cm)	LFR (cm)	SST (°Brix)	PPU (g)	%PU (%)
<i>P. alata/P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	116,2 c	176,4 b	19,4 c	10,7 c	7,0 b	8,8 b	14,1 a	90,9 b	48,1 a
Mínimo - Máximo	101-185	166,9-223,6	16,8-30,8	9,4-17,1	6,4-9,0	8,5-10,7	13,8-14,3	82,1-127,2	46,3-56,7
CV (%)	17,36	7,85	17,36	17,36	8,67	7,76	1,11	13,32	5,96
<i>P. edulis</i> f. <i>edulis/P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	130,2 c	165,2 c	18,4 c	10,1 c	7,0 b	8,7 b	13,9 a	86,1 c	52,4 a
Mínimo - Máximo	102-170	135,1-206,7	14,1-23,5	7,9-13,2	6,2-8,3	6,4-9,9	13,5-14,1	61,2-103,6	44,6-68,7
CV (%)	14,78	11,98	14,79	14,44	8,71	9,05	1,31	12,49	12,35
<i>P. maliformis/P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	184,3 a	203,6 a	36,5 a	20,2 a	8,6 a	10,1 a	14,3 a	108,4 a	53,3 a
Mínimo - Máximo	148-202	161,9-222,6	30,7-47,1	16,7-23,8	8,0-8,6	8,5-9,5	13,4-15	82,4-122,8	46-60,4
CV (%)	8,48	10,03	8,67	16,07	2,6	2	3,89	9,28	2,37
<i>P. quadrangularis/P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	155,2 b	181,3 b	30,4 b	16,8 b	7,9 a	8,6 b	13,8 a	89,8 b	50,2 a
Mínimo - Máximo	150-213	172,0-230,2	28,7-40,7	12,6-24,1	7,2-8,5	7,8-10,1	13,7-15	90,3-115,5	48-58
CV (%)	18,77	5,28	18,77	18,77	1,79	4,74	2,28	8,27	4,01
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa/P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	183,7 a	196,4 a	35,2 a	16,5 a	7,8 a	8,8 b	14,4 a	100,8 a	51,6 a
Mínimo - Máximo	153-213	180,4-254,7	30,7-42,7	10,8-20,4	8,0-8,8	9,7-10,5	13,5-16	93,5-129,3	51-56
CV (%)	10,72	6,85	10,72	15,95	4,6	7,08	3,06	7,37	6
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (sin injertar)	173 a	191,4 a	36,4 a	19,93 a	8,3 a	9,2 a	14,2 a	99,3 a	51,9 a
Mínimo - Máximo	116-222	161,5-196,0	22,7-43,5	17,5-23,2	7,6-8,2	8,0-9,3	13,4-14,6	74-104	46-53,5
CV (%)	8,84	7,91	11,13	8,84	2,09	2,58	3,64	11,45	7,59
Media	157,1	187,6	29,32	15,74	7,86	9,15	14,13	96,78	51,76
CV (%)	20,97	10,54	29,66	28,90	7,89	8,04	3,06	12,73	7,2

Los promedios seguidos de la misma letra minúscula vertical no difieren significativamente, según la prueba de Tukey, al 5%

### Problemas fitosanitarios

En el periodo de evaluación de los tratamientos se identificaron 10 problemas fitosanitarios afectando el desarrollo de las plantas (Tabla 3.6). El control de las principales plagas y enfermedades limitantes para el cultivo de maracuyá se realizó acompañado por monitoreos y para evitar la resistencia se realizó la rotación diferentes ingredientes activos en los agroquímicos. En cuanto a la presencia de las plagas pueden clasificarse en las que están presentes durante todo el ciclo del cultivo (*Dione juno juno*, *Agraulis vanillae*), en la etapa productiva del cultivo (*Dasiops inedulis*, *Diactor bilineatus*), así mismo la presencia de enfermedades como: antracnosis (*Colletrotrichum gloesporoides*), botritis (*Cladosporium cladosporoides*), bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *Passiflorae*) y secadera (*Fusarium* sp), también síntomas asociados a virus (*Soybean mosaic potyvirus* SMV), Las plantas con síntomas de secadera y virosis el control fue la erradicación (Tabla 3.6).

**Tabla 0.6:** Incidencia de plagas y enfermedades durante el manejo del cultivo.

Nombre común	Agente causal	Afectación
Insectos plagas		
Gusano trozador	<i>Dione juno juno</i>	Hojas
Gusano cosechero	<i>Agraulis vanillae</i>	Hojas
Mosca del botón floral	<i>Dasiops inedulis</i>	Botones y flores
Chinche patona	<i>Diactor bilineatus</i>	Frutos inmaduros
Enfermedades		
Antracnosis	<i>Colletrotrichum gloesporoides</i>	Ramas, hojas, flores y frutos
Roña	<i>Cladosporium cladosporoides</i>	Frutos inmaduros y maduros
Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Botones flores
Mancha de aceite	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Passiflorae</i>	Hojas jóvenes y adultas
Secadera	<i>Fusarium</i> sp.	Marchitez general
Virosis	<i>Soybean mosaic potyvirus</i> (SMV)	Hojas

En relación con al ataque de la secadera causada por *Fusarium solani* las plantas empezaron a manifestar síntomas en el mes 12 después de la siembra (Tabla 3.7). Esta sintomatología está asociada con la pudrición del cuello del tallo y marchitez foliar desde el ápice, hacia el tallo. Esta enfermedad mostró una afectación de 34 plantas muertas hasta el mes 15, con un porcentaje general de supervivencia de 64,58% para todas las combinaciones portainjerto-copa. Los

portainjertos que presentaron un 87,50% de resistencia fue *P. quadrangularis*, y *P. maliformis*, seguido por *P. alata* 81,25 en tercer lugar *P. edulis* f. *flavicarpa* (sin injertar) 68,75 y con menores porcentajes de supervivencia las combinaciones *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* 37,5 % y *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* 25%. En cuanto a la acumulación de plantas dañadas hasta el mes 15, las combinaciones portainjerto-copa, con mayor número de plantas muertas fueron: *P. edulis* f. *flavicarpa* / *P. edulis* f. *flavicarpa* (12 plantas), *P. edulis* f. *edulis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* (10 plantas), seguido por las combinaciones *P. edulis* f. *flavicarpa* sin injertar (5), las combinaciones con menor número de plantas muertas fueron: *P. alata* / *P. edulis* f. *flavicarpa* (3 plantas), *P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* (2 plantas) y *P. quadrangularis* / *P. edulis* f. *flavicarpa* (2 plantas).

**Tabla 0.7:** Número de plantas por combinación portainjerto-copa, número de plantas muertas desde el mes 12 hasta al mes 15 de siembra en campo, total de plantas muertas acumuladas en el tiempo y porcentaje de supervivencia (PSV).

Portainjerto / copa	Plantas (No.)	Plantas muertas				Acumulado	PSV (%)
		Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15		
<i>P. alata</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	16	0	2	0	1	3	81,25
<i>P. edulis</i> f. <i>edulis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	16	3	1	0	6	10	37,5
<i>P. maliformis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	16	0	1	0	1	2	87,5
<i>P. quadrangularis</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	16	0	0	0	2	2	87,5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> / <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	16	3	1	0	8	12	25,0
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (sin injertar)	16	2	0	0	3	5	68,75
Total	96	8	5	0	21	34	64,58

## 4.5. Discusión

### *Desarrollo vegetativo del portainjerto-copa*

Los resultados de la compatibilidad entre el portainjerto y la copa mostraron 100% de prendimiento. En cuanto al diámetro del portainjerto (DPI), los valores más altos se obtuvieron con los portainjertos *P. edulis* f. *edulis* (49,28 mm) y *P. maliformis* (45,95 mm) a los 360 DPI y superiores al control (maracuyá sin injertar; 40,24 mm). Asimismo, estos valores son similares a los reportados por Cavichioli et al. (2017) en *P. alata* con 30,15 mm, mientras que en este estudio el valor fue de 34,07 mm en el DPI a los 360 DDI. Sin embargo, Santos et al. (2016) reportan diámetros inferiores para *P. alata* (12,8 mm) y *P. edulis* f. *edulis* (15 mm) a los 360 DDI. Estas diferencias en crecimiento caulinar pueden atribuirse a la técnica de injertación, debido a que esta determina el tiempo de cicatrización, reconexión vascular, crecimiento y desarrollo de la copa o vástago (Cavichioli et al., 2017).

Por otro lado, Hartmann y Kester (2014) menciona que los mecanismos de reciprocidad entre el portainjerto y la copa está relacionado con la absorción y translocación de agua, nutrientes y factores de crecimiento endógenos. En relación con lo anterior, la reciprocidad fisiológica no está directamente relacionada con el diámetro del portainjerto/copa, debido a que un mayor diámetro no representa una la mayor productividad por planta (Gonçalves 1996). Otros autores mencionan que el diámetro de la planta es un indicativo de vigor (Menezes, 1990; Kimura, 1994). Estudios realizados en Brasil sugieren que el portainjerto tiene un efecto sobre la producción de las plantas de maracuyá (Maldonado, 1991; Cavichioli et al., 2011; Machado et al., 2015; Salazar et al., 2021). Sin embargo, en estas investigaciones los portainjertos con *P. quadrangularis* y *P. maliformis* no han sido evaluados y el efecto debe ser considerado.

### *Productividad*

Los resultados de producción obtenidos en este estudio son contrastantes a los resultados mencionados por Cavichioli et al. (2011) en plantas autoinjertadas de *P. edulis* f. *flavicarpa* con una producción superior de número de frutos por planta (342,58 NFR) a lo obtenido en este estudio (183,7 NFR). Por otra parte, resultados inferiores fueron obtenidos por Nogueira-Fhilo et al. (2010) con los portainjertos *P. alata* (46,14) NFR y *P. edulis* f. *flavicarpa* (81,19) NFR y *P. edulis* f. *flavicarpa* no injertado (92,49) NFR. Asimismo, Cavichioli et al. (2011) obtuvieron con *P.*

*alata* (291,6) NFR. De igual forma Santos et al. (2016) y Ambrosio et al. (2015) también muestran resultados inferiores al evaluar la producción de NFR, injertado sobre *P. alata* (44,58) NFR y *P. edulis* f. *flavicarpa* (59,04) NFR respectivamente. Investigadores ratifican que el uso de portainjertos altera la producción por planta, debido a la variabilidad genética entre las especies de portainjertos, demanda nutricional y/o la adaptación climática distinta entre las especies a las condiciones del cultivo local (Westwood, 1982; Prado et al., 2005; Lima et al., 2018).

En relación con la variable peso del fruto (PFR), los mayores valores fueron obtenidos con el portainjerto *P. maliformis* 203,6 g, maracuyá autoinjertado 196,4 g y con el maracuyá sin injertar 173 g, en segundo grupo *P. alata* (176, 4 g) y *P. quadrangularis* (181,3 g), el portainjerto con PFR menor fue *P. edulis* f. *edulis* (135,1 g). El PFR ha sido cuantificado en otras investigaciones mostrando resultados similares, donde Nogueira-Filho et al. (2010) y Cavichioli et al. (2011;) obtuvieron PFR de 156 y 190,13 g respectivamente con *P. alata*. Al contrario, Ribeiro et al. (2012) obtuvo resultados superiores PFR 240 g con *P. alata*. En contraste, resultados inferiores fueron obtenidos por Nogueira-Filho et al. (2010) y Ambrosio et al. (2015) en plantas injertadas en *P. edulis* f. *edulis* con PFR de 164 y 209 g. Estudios en Colombia por Galeano et al. (2018) y Ocampo et al. (2013; 2021) reportan pesos promedio de frutos entre 150 y 209 g en diferentes genotipos de maracuyá. Además, Botelho et al. (2016) y Salazar et al. (2021) mencionan que las plantas autoinjertadas y no injertadas de maracuyá logran un mayor peso de fruto (PFR) en relación con las plantas injertadas con otras especies de *Passiflora*. Sin embargo, el mayor PFR en este estudio lo obtuvo el portainjerto *P. maliformis* con 203,6 g. Estos valores son un parámetro importante de calidad y los portainjertos con más de 180 g promedio en el PFR presentan un gran valor comercial (Freitas et al., 2011). Por otro lado, los portainjertos *P. alata* y *P. edulis* f. *edulis* fueron los que menor desempeño lograron (Tabla 3.5). Sin embargo, el primero obtuvo el mayor porcentaje de supervivencia frente al ataque de *Fusarium solani*, Estos portainjertos presentaron bajos rendimientos y este comportamiento puede estar relacionado con las condiciones eco fisiológicas, debido a que son especies cultivadas en alturas superiores a los 1,700 m s.n.m (Ocampo et al., 2021a).

La influencia del portainjerto en la producción (PRD) expresada en kilogramos por planta (kg/p), y proyectada en toneladas por hectárea (t/ha) depende del PFR y no de la cantidad de NFR (Freitas et al., 2011). Esta relación es encontrada por Ribeiro et al. (2012) y Ambrosio et al. (2015), los cuales reportaron una menor producción por planta (11,26 kg/p) en *P. edulis* f.

*flavicarpa* sin injertar y cuando injertado con *P. alata* (7,59 kg/p). En contraste, Cavichioli et al. (2011 b; 2016; 2017) menciona resultados superiores en el maracuyá injertado sobre *P. alata*, con producciones por planta de 37,41 kg y por hectárea 27,84 kg y 24,41 kg durante 12 meses de evaluación. Por otro lado, Junqueira et al. (2006) reportan producciones superiores durante 12 meses del maracuyá injertado sobre *P. nítida* 21,15 t/ha y maracuyá sin injertar 21,38 t/ha.

En general, los resultados de la producción de kg/planta y toneladas por hectárea no mostraron diferencias significativas entre el control (maracuyá sin injertar) y las combinaciones portainjerto-copa con *P. maliformis* (cholupa) y *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá autoinjertado). La combinación con *P. maliformis* presenta el mejor comportamiento y aunque no muestra diferencias con el control los valores promedio en kg/planta (36,5 vs. 36,4) y el rendimiento en t/ha (20,2 vs. 19,9) son superiores. Estos valores sugieren que la cholupa presenta una gran alternativa como portainjerto para el maracuyá por su tolerancia a *Fusarium solani* y su comportamiento agronómico.

#### *Calidad de la fruta*

La longitud de fruto (LFR) y el diámetro del fruto (DFR), son parámetros físicos muy útiles para el mercado de productos frescos, donde prefieren los frutos grandes y ovalados (Ambrosio et al., 2015). Valores superiores de la LFR entre (9,2 a 10,1 cm) y del DFR entre (7,8 a 8,6 cm) presentan los portainjertos *P. maliformis*, *P. quadrangularis*, maracuyá autoinjertado y maracuyá no injertado, en segundo lugar, los portainjertos *P. alata* y *P. edulis* f. *edulis* con valores de la LFR entre (8,7 a 8,8 cm) y con DFR de 7 cm. Estos resultados similares reportaron en Brasil (Nascimentos et al., 1999; Santos et al., 2015) y en Colombia (Arias et al., 2014; Ocampo et al (2013; 2021b) con promedios de 7,61 cm (DFR y LFR), para el maracuyá no injertado. Al contrario, valores superiores fueron obtenidos por Galeano et al. (2018) con un DFR de 12,0 cm en el maracuyá sin injertar. De igual forma, Botelho et al. (2016) reportan LFR del maracuyá injertado sobre *P. alata* 9,15 cm y *P. edulis* f. *edulis* 11,04 cm. Asimismo, Cavichioli (2011) reporta un DFR del maracuyá injertado sobre *P. alata* de 7,72 cm y autoinjertado 7,71 cm. Otro estudio por Cavichioli et al (2016) reporta un DFR de 8,35 cm en maracuyá sin injertar. Por el contrario, resultados inferiores obtuvo Ambrosio et al. (2015) con el maracuyá sin injertar con un DFR 7,97 cm. En general, según los reportes antes citados *P. alata* le confiere un mayor DFR y LFR,

aunque en este estudio el portainjerto *P. maliformis* presentó el mayor efecto con un DF 8,47 cm y LFR 10,12 cm.

El análisis del contenido de sólidos solubles totales (SST, °Brix) entre las plantas injertadas y no injertadas con un promedio de 14,13 no presentaron diferencias significativas (Tabla 3.5). Estos resultados de °Brix son consistentes con los estudios de Albuquerque et al. (2010); Ocampo et al. (2013; 2021 b) y Galeano et al. (2018), donde sus resultados fueron similares con promedios de 14 °Brix, en el maracuyá no injertado. Sin embargo, Junqueira et al. (2006) reportan valores inferiores cuando el maracuyá “GA-2” fue injertado sobre *P. nitida* con solo 11,83 °Brix. Igualmente, cuando el maracuyá fue injertado sobre la gulupa (*P. edulis* f. *edulis*) los valores fueron similares con 11,83 °Brix (Salazar et al., 2016). Otro estudio reportado por Botelho et al. (2016) mencionan promedios de 13,3 °Brix en el maracuyá autoinjertado e injertado sobre *P. alata* y *P. nitida*. Asimismo, Ambrosio et al. (2015) reportan para el maracuyá injertado sobre *P. alata* puede alcanzar en promedio 12,91 °Brix y sin injertar 12,96 °Brix. Los sólidos solubles totales son un parámetro de calidad y las materias primas para industrialización cuanto mayor sea su contenido de °Brix tendrán alta aceptación (Chitarra y Chitarra, 2005). Con base en este criterio los valores registrados en este estudio son prometedores y superiores (14,13 °Brix) a los estudios realizados en Brasil, cuales reportan 13 °Brix en promedio para el maracuyá.

En cuanto a los análisis del contenido de pulpa, frutos con cascara delgada contienen mayor porcentaje de pulpa (PPU), (Negreiros et al., 2007). En este trabajo los mayores valores de PPU los obtuvo *P. maliformis* (108,4 g), maracuyá autoinjertado (100,8 g) y maracuyá sin injertar (99,3 g). Seguido por *P. quadrangularis* (89,8 g) y *P. alata* (90,9 g) y con menor PPU *P. edulis* f. *edulis* (86,1 g). En cuanto al porcentaje de la pulpa %PU se muestran valores entre las plantas injertadas y no injertadas de 48,1 a 53,3 %PU, sin embargo, no hay diferencia entre ellos. Por otro lado, resultados inferiores fueron obtenidos por Ocampo et al. (2013; 2021 b), Arias et al. (2014), Santos et al. (2016) y Galeano et al. (2018) en genotipos de maracuyá de Colombia y Brasil sin injertar con valores entre 35,80 y 45% PU. Igualmente, Ambrosio et al. (2015) en maracuyá injertado sobre *P. alata* 40,4 %PU y sin injertar obtuvo 40,5 %PU. Por otra parte, estudios realizados por Salazar et al. (2016) muestran resultados superiores para el maracuyá autoinjertado 61% PU y sin injertación 56% PU. Sin embargo, frutos con porcentaje de pulpa superior al 40% son de gran valor para la industria (Krause et al., 2012).

### *Problemas fitosanitarios*

Por otra parte, la supervivencia (PSV) de las combinaciones portainjerto-copa se vio afectada 12 meses después de la siembra en campo, con síntomas asociados a fusariosis causada por el patógeno del suelo (*Fusarium solani*). Estos resultados son similares con los obtenidos por Fischer et al. (2010) en Brasil, donde el ataque del patógeno en *P. maliformis* y *P. alata* comenzó en el mes 12, causando marchitamiento y muerte de plantas. Por otro lado, Santos et al. (2016) obtuvieron mortalidad de las plantas desde el mes siete con los portainjertos *P. alata* y *P. cincinnata* y para el maracuyá sin injertar el mes diez. Asimismo, Lima et al. (2013) observaron porcentajes de mortalidad entre 85 y 100% en accesiones de maracuyá HFOP-01 y BGPO18, y mortalidad de 0% para *P. alata* BGP235 y *P. edulis* f. *flavicarpa* BGP020 en genotipos brasileños. En general, los portainjertos menos afectados fueron *P. alata*, *P. quadrangularis* y *P. maliformis* con mortalidad menor del 20%, acumulada hasta el mes 15 (Tabla 3.7), los cuales son promisorios para mitigar la problemática del ataque de la Fusariosis en Colombia.

La especie *P. maliformis*, como portainjerto mostró alto desempeño, teniendo en cuenta que taxonómicamente, no presenta mucha relación con el maracuyá. Sin embargo, existe alta relación ecológica entre ellas (Fischer et al., 2021), lo cual permitió que la combinación portainjerto-copa (*P. maliformis* / *P. edulis* f. *flavicarpa*), no afecte la producción, la calidad de la fruta y a la vez le confiera resistencia a enfermedades causadas por patógenos que habitan en el suelo (*Fusarium solani*). Asimismo, el costo de producción por planta injertada de maracuyá en este estudio ha sido calculado en \$1.850, una cifra económicamente accesible al productor, si consideramos que el precio comercial de una planta sin injertar oscila entre \$600 a 1.000. Sin embargo, este costo de producción de una plántula injertada debe ser detallado en un esquema con variables financieras.

## 4.6. Conclusiones

- La afinidad taxonómica y el diámetro del portainjerto no muestra un efecto en la producción y calidad de la fruta en todos los tratamientos.
- El portainjerto *P. maliformis* (cholupa) muestra los mejores promedios de producción en kg/planta (36,5) y rendimiento (20,2 t/ha), aunque sin diferencias significativas con el control (maracuyá sin injertar).
- La secadera (*Fusarium solani*) afectó todos los tratamientos a partir del mes 12 después de la siembra (DDS) y los portainjertos con mayor porcentaje de supervivencia fueron *P. maliformis* (87,5%), *P. quadrangularis* (87,5%) y *P. alata* (81,25%) tres meses después de la infección.

#### 4.7. Recomendaciones

- En los próximos estudios de resistencia a *Fusarium solani* se debe evaluar un mayor número de genotipos de las especies investigadas y validadas en este estudio con información agronómica.
- Esta técnica de la injertación en *Passiflora* debe ampliarse en otras especies como la granadilla y gulupa, donde la principal limitante productivo es la fusariosis que impide un mejor desarrollo del cultivo.
- Un estudio detallado de los costos de producción de plántulas injertadas de maracuyá debe ser realizado para que los productores pueden tener esto en la inversión de este sistema productivo.

## V. Referencias bibliográficas

- Agronet (2018). Red de información y comunicación del sector agropecuario de Colombia, consultado en línea, disponible en: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>, visitado el 08/04/20.
- Albuquerque, M, F., Roncatto G., Lessa, L, S., y Rodríguez, M, J. (2010). Avaliação de qualidade de frutos de combinações copa e porta-enxertos em maracujazeiro em rio Branco, Acre, Brasil.
- Alexopoulos, A, A., Kondylis, A., y Passam, H, C. (2007). Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *J. Food Agric. Environ.* 5, 178-179.
- Aloni, B., Cohen, R., Karni, L., Akas, H., y Edelstein, M. (2010). Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. *Sci. Hortic.* 127, 119-126.
- Ambrósio, M., Krause, W., Silva, C., Alexandre, L., Laís, A., Cavalcante, N, R., y Silva, I, V. (2018). Análise histológica e desempenho de populações de maracujazeiro-azedo sob diferentes porta-enxertos resistentes a *Fusarium* sp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(1), 274. Epub. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018274>
- Ambrósio, M., Krause, W., y Neves, L. (2015) Desempenho de populações de maracujazeiro azedo em diferentes porta-enxertos, Tese do doutorado, Tangara Da Sera Mato Grosso, Brasil. 57.
- Anderson, J. (2009). Disease management and breeding of passionfruit for improved quality and productivity. *Passionfruit, Annual Industry Report.* 8, 2-3.
- Anselmini, J, I., y Zanette, F. (2008). Microenxertia e sua caracterização morfológica em *Araucaria angustifolia*. *Ciência Rural*, Santa Maria. 38, 967-973.
- Arias, S, J., Ocampo, J., y Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana.* 25(1),73-83.
- Argenta, L, C., Cantillano, F, F., y Becker, W, D. (2004). Tecnologia pós-colheita para fruteiras de caroço In: Monteiro, L. B., Mio, L, L, M, D., Serrat, B, M., Motta, A, C., y Cuquel, F, L. (Eds). *Fruteiras de caroço: uma visão ecológica.* 333-367.

- Ayaviri, J. (2013). injertos material de apoyo al estudiante. Centro educativo tecnico humanistico agropecuario alcoche. Lima. Obtenido de <http://www.youblisher.com/p/356660-Propagacion-vegetal-injertacion>.
- Baccarin, M, N, R, A. (1998). Dissertação de Mestrado. Cultura de tejidos em *Passiflora* spp. Piracicaba: Esalq. 101.
- Barnett, J. R., y Weatherhead, I. (1988). Graft formation in Sitka spruce: A scanning electron microscope study. *Ann. Bot.* 61, 581-87.
- Baron, D., Bravo, J, P., Maia, I, G., Pina, A., y Ferreira, G. (2016). UGP gene expression and UDP-glucose pyrophosphorylase enzymatic activity in grafting annonaceous plants. *Acta Physiol. Plant.* 38, 01–08 <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2097-7>.
- Bekhradi, F., Kashi, A., y Delsha, D, M. (2011). Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of 'Charleston Gray' watermelon. *Intl. J. Plant Prod.* 5, 105-110.
- Botelho, S, C., Wruck, D, S., Roncatto, G., Oliveira, S, S., Botelho, F, M., y Wobeto, C. (2016). Qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo em função de porta-enxertos e ambientes de cultivo, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, Brasil.
- Braga, M, F., Faleiro, F, G., Junqueira, F, G., y Junqueira, N, T, V. (2005). Maracujá doce: melhoramento genético e germoplasma. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 601-617.
- Braga, M, F., Junqueira, N., Faleiro, F, G., Almeida, D, A., Cabral, G, A., Sousa, A, T, C., y Resende, A, M. (2004) de. Desempenho agrônômico de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas enraizadas de um híbrido F1 de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* comercial x *P. setacea*. In: Congresso brasileiro de fruticultura.
- Calle, Z., Guariguata, M, R., Giraldo, E., y Chará, D. (2010). La producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia: perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. *Interciencia.* 35(3), 207-212.
- Camargo, C. (2012). Propagación Vegetal. SENA cedeagro regional Boyacá. Boyacá, Colombia. Obtenido recuperado de : <http://www.youblisher.com/p/356660-propagacion-vegetal-injertacion/>
- Campos, T., y Quintero, O, C. (2012). Curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*). pp. 421-442. In: Fischer, G. (ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá

- Carvajal, L. M., Turbay, S., Alvarado, L., Rodríguez, A., Alvarez, M., Bonilla, K., Restrepo, S., y Parra, M. (2014). Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *Passiflora* (*Passifloraceae*) del departamento del Huila, Colombia. *Caldasia*. 36(1), 1-15. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v36n1.21243>
- Castaño-Zapata, J., y Hoyos, L. M. (2012). Manejo de enfermedades en frutales. En: Fischer, G. (Eds) Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá: Produmedios. 217-237.
- Castle, W. S. (1995). Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 23, 383-394.
- Cavichioli, J. C., Narita, N., Nasser, M. D., y Takata, W. H. S. (2017). Desenvolvimento e produtividade de maracujazeiro amarelo enxertado na região de presidente prudente, Sp. *Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas*. 26(1), 61-68. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2017v26n1p61-68>
- Cavichioli, J. C., Corrêa, L., Bolian, I. A. C., y Oliveira, J. C. (2009). Uso de câmara úmida em enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 31(2), 532-538.
- Cavichioli, J. C., Corrêa, L. de S., Boliani, A. C., y Oliveira, J. C. (2001) de. Uso de câmara úmida em Cavichioli, J. C., Corrêa, L., Boliani, A. C., Santo, S. P. C. (Eds). Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 33(2), 558-566.
- Cavichioli, J. C., Corrêa, L., Conceição, B., y Dos Santos, P. C. (2011 a). Características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 33, 905-914.
- Cavichioli, J. C., Corrêa, L., Marchi, G. m., y Fischer, H. I. (2011 b). Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro-amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*. 33 (2), 567-574.
- Cerqueira-Silva, C. B. M., Conceição, L. D. C. S., Souza, A. P., y Corrêa, R. X. (2014). A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. *European Journal of Plant Pathology*. 139(2) 255-264.
- Cervi A. C. (2006). O gênero *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) no Brasil, espécies descritas após o ano de 1950. *Adumbr Summae Ed.* 16, 1-5.

- Cevallos, N., Hurtado, S, A., y Garcia, J, D. (2021). Physiology of the grafted plant in *Passiflora* species. in genetic grafting and biotechnology approaches Book, pp 77-10,1 Chapter 2. Nova Sciene Publishers, inc. ISBN: 978-1-53619-108-0
- Chalise, B., Paudyal, K, P., y Srivastava, S, P. (2013). Effect of grafting height on success and subsequent growth of acid Lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) saplings. Nepal J Sci Technol. 14, 25-32.
- Chaves, R, C., Junqueira, N, T, V., Manica, I., Peixoto, J, R., Pereira, A, V., y Filho, J, F. (2004). Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 26 (1) 120-123.
- Chitarra, M, I, F., y Chitarra, A, B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. UFLA, Lavras, Brasil.
- Cleves, A. (1990). El cultivo de maracuyá: aspectos técnicos y económicos. En: Cultivo de frutales en el Valle del Cauca. convenio fundación centro frutícola andino-gobernación del Valle. Cali, Colombia. 53-64.
- Cole, D, L., Hedges, T, R., y Ndwora, T. (1992): A wilt of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) caused by *Fusarium solani* and *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, Tropical Pest Management. 38(4), 362-366. <http://dx.doi.org/10.1080/09670879209371728>
- Coppens, D, G. (2003). Promesas de las *Pasifloras*. Memorias x seminario nacional y iv internacional sobre especies promisorias (CD). 1-35. Retrieved from [https://agritrop.cirad.fr/565080/1/document\\_565080.pdf](https://agritrop.cirad.fr/565080/1/document_565080.pdf)
- Corrêa, L, S., Cavichioli, J, C, C., Oliveira, J, C., y Boliani, A, C. (2010). Uso de câmara úmida em enxertia convencional de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 32 (2), 591-598.
- Corrêa, L, S. (1978). Dissertação (mestrado em agronomia). Contribuição ao estudo da enxertia por garfagem em maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) durante a fase de viveiro. pp 43. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Corrêa, R, A, L. (2004). Dissertação (mestrado em agronomia). Evapotranspiração e coeficiente de cultura em dois ciclos de produção do maracujazeiro amarelo. Departamento de Engenharia. Rural da escola superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 57.

- Cunha, M, A, P., Barbosa, L, V., y Faria, G, A. (2004). Botânica. In: Lima, A., y Cunha, M, A, P. (Eds). Maracujá: Produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 396.
- Da Silva, R., Chaves, C., Tadeu, N., Junqueira, N, T, V., Manica, I., Peixoto, R., y Fialho, F. (2004). Enxertia De Maracujazeiro-Azedo Em Estacas Herbáceas Enraizadas De Espécies De Passifloras Nativas. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, SP. 26(1), 120-123. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100033>
- Da silva, J., Gelape, F., y Junqueira, N, T, V. (2019). Avaliação de descritores na caracterização de seleções de espécies de Passiflora spp., com potencial comercial. Magistra, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. 30, 391-405.
- DANE. (2019). Departamento administrativo nacional de estadística, el cultivo del maracuyá, (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), estudio de los costos de producción, sistema de información de precios y abastecimiento del sector agropecuario, Antioquia, Colombia, 31
- Davis, A, R., y Perkins-Veazie, P. (2006). Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 28(29), 39-42.
- De Almeida, L, P. (1991). Estaquia e comportamento de maracujazeiros (*Passiflora edulis* Sims. Forma *flavicarpa*) propagados por vias sexual e vegetativa. Revista Brasileira do Fruticultura, Cruz das Almas- BA, Brazil. 13(1), 153-156.
- El-Moor, R, D. (2002). Melhoramento genético do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) visando a resistência ao nematóide de galhas do gênero *Meloidogyne* spp). Brasília: Universidade de Brasília.
- Fachinello, J, C., Hoffmann, A., Nachtigal, J, C., Kersten, E., y Fortes, G, R, L. (1995). Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPEL
- Faleiro, F, G., Junqueira, N, T, V., Junghans, T, G., Nunes de Jesus, O, N., Miranda, D., y Otoni, W, C. (2019). Advances in passion fruit (*Passiflora* sp.) propagation. Revista Brasileira de Fruticultura. 41(2),155. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019155>
- Faleiro, F, G. (2011). Aplicacoes de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservacao, caracterizacao e uso de germoplasma e melhoramento genetico vegetal. In: Faleiro, F, G., Andrade, S, R, M., Reis Junior, F, B. (Eds). Biotecnologia: estado da arte e aplicacoes na agropecuaria. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. 55-118.

- Faleiro, F. G., Farias Neto, A. L., y Ribeiro J. W. Q. (2008). Pre-melhoramento, melhoramento e pos-melhoramento: estratégias e desafios. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 184.
- Faleiro, F. G., y Junqueira, N. T. V. (2009). Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species. In: Mariante, A. S., Sampaio, M. J. A., Inglis, M. C. V. (Eds). The state of Brazil plant genetic resources. Second national report. Conservation and sustainable utilization for food and agriculture. Embrapa technological information: Brasília-DF. 101-106.
- Farias, A. P., Ferreira, R. L. F., Neto, S. E. A., Costa, F. C., y Nascimento, D. S. (2013). Organic production of tomatoes in the Amazon region by plants grafted on wild *Solanum* rootstocks. *Ciência e Agrotecnologia*, 37:323-329.
- Franco, D., Arango, J., Salazar, A., y Ceballos, N. (2018). Development, production, and quality of 'Chonto' type tomato grafted on cherry tomato introductions. *Revista Ceres*. 65. 150-157. 10.1590/0034-737x201865020006.
- Ferreira, G. (2000). Propagação do maracujazeiro. Informe agropecuário, Belo Horizonte. 21(206), 18-24.
- Figueiredo, J., y Hiroce, R. (1990). Influencia do portaenxerto na qualidade do fruto e aspectos nutricionais relacionados a qualidade. En: Seminario Internacional de Citros Porta-Enxertos. Jaboticabal. Anais. Jaboticabal, Fundação de Apoio a Pesquisa. FUNEP. 111-121.
- Fischer, I. H., y Rezende, J. A. (2008). Diseases of passionflower (*Passiflora* spp.). *Pest technology*. 2(1), 1-19.
- Fischer, I. H., Lourenco, S. A., Martins, M. C., Kimati, H., y Amorim, L. (2005). Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras. 30(3), 250-258.
- Fischer, I. H., Martins, M. C., Lourenco, S. A., Kimati, H., Amorim, L. (2003). Reação de espécies de *Passiflora* à podridão do colo, causada por *Fusarium solani* e *Phytophthora nicotianae*. *Fitopatologia Brasileira*. 28, 271.
- Fischer, G., y Miranda, D. (2021). Review on the ecophysiology of important Andean fruits: *Passiflora* L. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 74(2), 9471-9481. ISSN 0304-2847. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>
- Flores, F. B., Sanchez-Bel, P., Están, M. T., Martínez-Rodríguez, M. M., Moyano, E., y Morales, B. (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Sci. Hort.* 125, 211-217.

- Forero, R., Ortiz, E., De León, W., Gómez, J., y Hoyos, L., (2015). Análisis de la resistencia a *Fusarium oxysporum* en plantas de *Passiflora maliformis* L. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 9(2) 197-208. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4174>
- Freitas, J, P, X., Oliveira, E, J., Cruz Neto, A, J., y Santos, L, R. (2011). Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília. 46(9), 1013-1020.
- Galeano, M, C, H., Cerón, S, I., Arango, L, V. (2018). Agronomic evaluation of a Colombian passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) germplasm collection. Agronomy Research. 16(4), 1649-1659. <https://doi.org/10.15159/AR.18.190>
- Garavito, R, A., y López, R, A. (2002). Alimentación de cerdos durante la fase de ceba con subproductos de maracuyá y otras frutas procesadas. Cenicafe. 53(3), 178-1992. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/1024>
- Freitas, J., Santos, V., Paiva, E., Silva, C., Amaral, F., Souza, A., y Dias, M., (2016). Resistance to *Fusarium solani* and characterization of hybrids from the cross between *P. mucronata* and *P. edulis*. Euphytica. 208(3), 493-507. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1588-8>
- Giorgi, M., Capocasa, F., Scalzo, J., Murri, G., Battino, M., y Mezzetti, B. (2005). The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in 65 the peach (cv. 'Suncrest'). Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria. 107, 36-42.
- Gonçalves, G, M., Viana, A, P., Pereira, M, G., Bezerraneto, V., Amaral Júnior, A, T., Pereira, T, N, S., y Gonçalves, T, J, M. (2009). Genetic parameter estimates in yellow passion fruit based on design I. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba. 52(3), 523-530.
- Hartmann, H, T., Kester, D, E., Davies, F, T, D., y Geneve, R, L., (2011). Plant Propagation: Principles and Practices. (Eds) Hartmann, H, T., y Kester, D, E. Prentice Hall, New Jersey.
- Hartmann, H, T., y Kester, D, E. (1990). Propagación de plantas: principios y prácticas. México: Continental, 760.
- Hartmann, H, T., Kester, D, E., Davies, F, T., y Geneve, R, L. (2014). Plant Propagation Principles and Practices. In Hartmann, H, T., y Kester, D, E. (Eds). Chapter 7. Prentice Hall, New Jersey
- Hernández, M., Castillo, F., Ocampo, J., y Wyckhuys, K. (2011). Guía de identificación de plagas y enfermedades para el maracuyá, la granadilla y la gulupa. Bogotá: Centro Bio-Sistemas Universidad Jorge Tadeo Lozano; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). ISBN: 978-958-725-083-1

- Herter, F. G., Sachs, S., y Flores, C. A. (1998). Condições edafo-climáticas para instalação do pomar In: Raseira, M, C, B., y Medeiros, C, A, B. (Eds). A cultura do pessegueiro. Brasília: Embrapa-SPI. 20-27.
- IBPGR. (1985). Compendium of specific germination information and test recommendations. In: Ellis, R, H. Hong, T, H., y Roberts, E H. (Eds.). Passifloraceae. Chapter 55. Handbook of seed technology for gene banks, v. 2. Intl. Plant Genetic Resources Inst., Roma.
- ICA. (2011). El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*), en temporada invernal. Bogotá D.C. Colombia, 35.
- Janick, J. (1966). A ciência da horticultura. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 485.
- Junqueira, K, P., Faleiro, F, G., Junqueira, N, T., Bellon, G., Ramos, J, D., Braga, M, F., y Souza, L, S. (2008). Confirmacao de hibridos interespecificos artificiais no genero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. Revista Brasileira de Fruticultura. 30,191-196.
- Junqueira, K, P., Faleiro, F, G., Ramos, J, D., Bellon, G., Paula, M, S., Junqueira, N, V., y Braga, M, F. (2005). Variabilidade genética de acessos de maracujá-suspiro (*Passiflora nitida* Kunth.) com base em marcadores moleculares. In: reunião técnica de pesquisa em maracujazeiro, Planaltina. Trabalhos apresentados. Planaltina: Embrapa Cerrados. 4, 122-127.
- Junqueira, N, T, F., Lage, D, A., Braga, M, F., Peixoto, Jr., borges, T, A., y Andrade, S, R, M. (2006). Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora* silvestre. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 28(1), 97-100.
- Karlidag, H., Eren, G., Karaat, F, E., y Kan, T. (2016). Grafting height effects on lateral branching shoot angles and growth of some fruit species saplings. International journal of agriculture innovations and research. 5(2). ISSN: 2319-1473
- Kimura, A. (1994). Estudo da enxertia hipocotiledonar de plântulas em *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. Monografia (Trabalho de graduação em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 56.
- Krause, W., Neves, L., Grillo, V., Alexandre P., Araújo, C, A., T., y Faleiro, F, G. (2012). Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 47(12), 1737-1742. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001200009>

- Kyriacou, M, C., y Soteriou, G, A. (2012). Postharvest change in compositional, visual and textural quality of grafted watermelon cultivars. *Acta Hort.* 934, 985-991. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.131>
- Lawinsky, P, R., Souza, M, M., Belo, O, G, B., Viana, A, J, C., Melo, C, A, F., y Oliveira, C, S, L. (2014) Morphological characterization and genetic diversity in *Passiflora alata* Curtis and *P. cincinnata* Mast. (*Passifloraceae*). *Brazilian Journal of Botany.* 37, 261-272.
- Lee, J, M., Kubota, C., Tsao, S, J., Bie, Z., Echevarria, P, H., Morra, L., y Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. *Sci. Hortic.* 127(2), 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.003>
- Lee, J, M., y Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28, 61-124. <https://doi.org/10.1002 / 9780470650851.ch2>
- Lenza, J, B., Valente, J, P., Roncatto, G., y Chig, L, A. (2009). Índice de pegamento e precocidade de mudas da variedade FB200 enxertada em diferentes espécies silvestres e comerciais de maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 31(3), 831-836. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452009000300029>
- Lima, A, D., y Cunha, M, A. (2004). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Eds. técnicos, Adelisa de Almeida Lima, Mario Augusto Pinto da Cunha. Cruz das Almas Embrapa Mandioca e Fruticultura. 396.
- Lima, A, A., Caldas, R, C., Cunha, M, A, P., y Filho, H, P. (1999). Avaliação de porta-enxertos e tipos de enxertia para o maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* 21(3), 318-321.
- Lima, L, K, S. (2018). Especies de *Passiflora* e sua combinacao de enxertia no manejo da fusariose, Tese (Doutorado) - Curso de doutorado em ciencias agrarias, Universidade Federal do Reconcavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil, 130.
- Lima, L, K, S., Dos Santos, I, S., Gonçalves, Z, S., Soares, T, L., De Jesus, O, N., y Girardi, E, A. (2018) Grafting height does not affect fusarium wilt control or horticulturaperformance of *Passiflora gibertii* N.E.Br. Rootstock. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias.* 90(4), 3525–3539. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180072>
- Lombard, P, B., y Westwood, M, N. (1987). Pear rootstocks. In Rom, R, C., y Carlson, R., F. (Eds). *Rootstocks for fruit crops.* New York: John Wiley.
- Loreti, F., y Massai, R, I. (2002). Portinnesti del pesco. *l'Informatore agrario.* 51, 36-42.
- Lozano, D, M., González, C., Rodríguez, S., Osorio, J, G., Lozano, J, G., Barrera, F., Escobar, E, R., Wilches, L., Almario, P., y Saraty, J. (2008). Manual de manejo preventivo de la

- secadera (*Fusarium* sp) en el cultivo del maracuyá. Corpoica, <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12860>
- Ma, L. J., Geiser, D. M., Proctor, R. H., Rooney, A. P., O'donnell, K., Trail, F., y Kazan, K. (2013). *Fusarium* Pathogenomics. Annual review of microbiology. 67, 399-416.
- Machado, C. F., Faleiro, G. F., Nunes, O., Pinheiro, F., y Girardi, E. A., (2015). Enxertia do maracujazeiro: técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo. Circular técnica, v. 116, 1-15, Disponible en: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1030105/1/CircularTecnica11625514Cristina.pdf>. Aceseso en: 22 abril 2021.
- Machado, C. F., Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Araujo, F. P., Costa, A. M., y Junghans, T. G., (2017). Espécies silvestres de maracujazeiro comercializadas em pequena escala no Brasil. In: Junghans, T. G., Jesus, O. N. (ed.). Maracujá: do cultivo à comercialização. Brasília, DF: Embrapa. 59-80.
- Maciel, N., y Bautista, D. (1997). Efectos de la luz sobre la germinación de la parchita. Agron. Trop. 47(4), 397-408.
- Magnitskiy, S. (2004). Manejo de la fertilización en pasifloráceas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. PDF, Bogotá, Colombia, 39.
- Maldonado, J. F. M. (1991). Utilização de porta-enxertos do gênero *Passiflora* para o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis* Deg.). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 13(2), 51-54
- Manica, I. (1981). Fruticultura tropical: Maracujá. São Paulo, Brasil: Agronomica Ceres.
- Martins, I., Peixoto, J. R., y Mello, S. C. M. (2006). Evolução do maracujazeiro-amarelo no Brasil, as principais doenças e possibilidade de aplicação do controle biológico. Embrapa recursos genéticos e biotecnologia, Planaltina. 39.
- Mathias, C., Mayer, N. A., Mattiuz, B., y Pereira, F. M. (2008). Efeito de porta enxertos e espaçamentos entre plantas na qualidade de pêssegos Aurora-1. Revista Brasileira do Fruticultura. 30, 165-17.
- McGovern, R. J. (2015). Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum* Crop Prot. 73, 78-92.
- Melertti, L. M. M., y Brückner, C. H. (2001). Melhoramento genético. In: Brückner, C. H., Picanço, M. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes. 345-385.

- Meletti, L, M, M., Soares-Scott, M, D., Bernacci, L, C., y Passos, I, R, S. (2005). Melhoramento genético do maracuja: pasado e futuro. In: Faleiro, F, G., Junqueira, N, T, V., Braga, M, F, (Eds.), Maracuja: germoplasma e melhoramento genético. Embrapa Cerrados: Planaltina. 55-78.
- Melo, A, L., De Oliveira, J, C., y De Vieira, R, D. (2000). Superação de dormência em sementes de *P. nitida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 22(2), 260-263.
- Menezes, J, M, T. (1990). Seleção de porta-enxertos tolerantes à morte prematura de plantas para *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e comportamento de *P. nitida* H.B.K, na região de Jaboticabal. Dissertação (mestrado em melhoramento genético vegetal) - Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 73.
- Menezes, J, M, T., Oliveira, J, C., Ruggiero, C., y Banzatto, D, A. (1994). Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à morte prematura de plantas". Científica, Jaboticabal. 22(1), 95-104.
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahita, W., y Florez, L. (2015). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa y Curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 74(2). 9471-9481 <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>
- Miranda, D., Fisher, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., y Flórez, L, H. (2009). Cultivo, poscosecha, y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 51.
- Montero, D, A, V., Marques, M, O., Meletti, M., Laura, M, M., Kampen, M, H, V., y Polozzi, S, C. (2016). Floral scent of brazilian *Passiflora*: five species analised by dynamic headspace. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 88(3), 1191-1200. Epub September. <https://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150285>
- Moore, R. (1984). A model for graft compatibility-incompatibility in higher plants. American Journal of Botany\_71(5) 752-758.
- Morera, M, P., Costa, A, M., Carranza, C., Gelape, y F., Rodríguez, A. (2018). Maracuyá de los Recursos Genéticos Al Desarrollo Tecnológico. Pro Impress, Brasilia, DF. 248.
- Morgado, M, A, D. (2011). *Passifloras* silvestres: Área foliar, relações alométricas e potencial como porta-enxerto do maracujazeiro-amarelo. Tese -Doutorado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 56.

- Morgado, M, A, D., Bruckner, C, H., Rosado, L, D, S., y Dos Santos, C, E, M. (2015). Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo enxertadas em espécies silvestres de *Passiflora*. Revista Brasileira de Fruticultura 37(2), 471-479. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-099/14>
- Mudge, K., Janick, J., Scofield, S., y Goldschmidt, E, E. (2009). History of grafting. Horticultural Reviews. 437-493. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch9>
- Nakamura, K. (1987). Murcha e morte. In: Ruggiero, C. Maracujá. Ribeirão Preto: Legis Summa. 160-161.
- Nascimento, T, B., Ramos, J, D., y Menezes, J, B. (1999) características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. pesquisa agropecuária brasileira, Brasília. 34(12), 2353-2358.
- Negreiros, J, R., Da Silva, Á, V, S., Bruckner, C, H., Morgado, M, A, D, O., y Cruz, C, D. (2007). Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura. 29, 546-549. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300026>
- Nogueira-Filho, G, A., Roncatto, G., Ruggiero, C., De Oliveira, J, A., y Malheiros B, E. (2010). Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal SP. 32 (2), 535-543. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000071>
- Nogueira-Filho, G, C. (2003). Competição de sete espécies de maracujazeiro propagadas por enxertia hipocotiledonar. pp 95. (Tese doutorado em agronomia, área de produção vegetal) Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, universidade estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil.
- Nogueira-Filho, G, C. (2013). Estudo da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro-amarelo sobre dois porta-enxertos, através de microscopia eletrônica de varredura. Revista Brasileira de Fruticultura. 32(2), 647-652. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000073>
- Nogueira-Filho, G, C., Roncatto, G., Ruggiero, C., Oliveira, J, C., y De Malheiros, E, B. (2011). Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo por enxertia hipocotiledonar sobre sete espécies de *Passifloras*. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 33(1), 237-245.
- Nogueira-Filho, G, C., Roncatto, G., Ruggieiro, C., Oliveira, J, C., y De Malheiros, E, B. (2005). Propagação vegetativa do maracujazeiro-conquista de novas adesões. pp 341-358 In:

- Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Braga, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Nunes de Jesus, O., Lima, L. K., Giraldo, E. A., Faleiro, F. G., Carriello, R. C., y Soares, T. L. (2020) Especies de *Passiflora* L., para usar como portainjertos. Cap 7 In. *Passifloras especies cultivadas en el mundo*. (Eds) Rodríguez, C., Faleiro, F. P., Parra, M., Costa, A. M. 2020. Memorias del III congreso latinoamericano y I congreso mundial de *Pasifloras*, Neiva, Huila, Colombia.
- Ocampo, J., Olano, C., Schnell, R., y D'eeckenbrugge, G. (2004). AFLP analysis for the study of genetic relationships among cultivated passiflora species of the subgenera *Passiflora* and *Tacsonia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4623.8167>.
- Ocampo, J., D'eeckenbrugge G., Restrepo, M., J., Salazar, A., y Caetano, C. M. (2007). Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*. 8, 1-45.
- Ocampo, J., Rodriguez, A., Puentes, A., Molano, Z., y Parra, M. (2015). El cultivo de la Cholupa (*Passiflora maliformis* L): una alternativa para la fruticultura colombiana. Corporacion centro de desarrollo tecnologico de las passifloras de Colombia CEPASS Neiva-Huila, 52 <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4858.2488>
- Ocampo, J., y Wychuys, K. (2012). Tecnología para el cultivo de la gulupa en colombia. Centro de bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigacion De Agricultura Tropical-CIAT y ministerio de agricultura y desarrollo rural, republica de Colombia Bogotá, 68 Retrieved from [http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/cultivo\\_gulupa/files/assets/basic-tml/page68.html](http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/cultivo_gulupa/files/assets/basic-tml/page68.html)
- Ocampo, J., Arias, J. C., y Urrea, R. (2016). Interspecific hybridization between cultivated and wild species of genus *Passiflora* L. *Euphytica*. 209(2), 395-408.
- Ocampo, J., Arias, J.C., Bonilla, M., Moreno C.A., Molina, S., Manzano, M. R., y Hernández, L. M. (2013 a). Cartillas frutales, girfin, interacciones tritróficas, Palmira, Colombia. 37.
- Ocampo, J., Coppens d'Eeckenbrugge, G., y Jarvis, A. (2010). Distribution of Colombian *Passifloraceae* indicates highest conservation priority to andean hillsides. *Diversity*. 2, 1158-1180.
- Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K., y Salazar, A. (2013 b). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronomica*. 62(4), 352-360.

- Ocampo, J., Hurtado-Salazar, A., y López, W, R. (2021 a). Genetics resources and breeding prospects in *Passiflora* species. in genetic grafting and biotechnology approaches. Book, Chapter 1. Nova Sciene Publishers, inc. ISBN: 978-1-536-108-0 1-76
- Ocampo, J., Marin, V., y Urrea, R. (2021 b) Agro-morphological characterization of yellow passionfruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) reveals elite genotypes for a breeding programme in Colombia. Agronomía Colombiana. In press.
- ODEPA. (2011). Oficina de estudios y políticas agrarias. El mercado de fruta fresca 2010 enero 2011 – ODEPA. Chile. 11
- Oliveira, J, C., Ruggiero, C., Nakamura, K., y Batista, M. (1984). Comportamento de *Passiflora edulis* enxertada sobre *P. gibertii* N.E. Brown. In. Congresso brasileiro de fruticultura, 7., 1983, Anais, Florianópolis: EMPASC/SBF. 3, 989-93.
- Oliveira, J, C. (1980). Melhoramento genético do maracujazeiro. 115-130, In: Ruggiero, C. Cultura do maracujazeiro, Jaboticabal Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, UNESP
- Oliveira, J, C., Nakamura, K., Centurion, M, A, P, C., Ruggiero, C., Ferreira, F, R., Mauro, A, O., y Sacramento, C, K. (1994). Avaliação de Passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. In.: Congresso XIII brasileiro de fruticultura, Salvador-BA. Resumos. Salvador, BA, SBF. 3, 827.
- Peasley, D., Anderson, J., Daniells, J., Pegg, K., Dirou, J., y Constable, I. (2006). Passionfruit information kit. Agrilink, your growing guide to better farming guide. Manual. Agrilink Series Q106036. Brisbane, Queensland, Australia: Queensland Horticulture Institute.
- Pace, C, A, M. (1983). Comparação de quatro métodos de enxertia para o maracujazeiro amarelo *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* deg. In: Congresso brasileiro de fruticultura, Florianópolis. Anais. Santa Catarina: SBF. 983-988.
- Passos, I, R, S., Matos, G, V, C., Bazzo, M, C, Z., Meletti, L, M, M., Scott, M, D, S., Bernacci, L, C., y Vieira, M, R. (2004). Utilização de ácido giberélico para quebrar a dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas in vitro. Revista Brasileira de Fruticultura. 26(2), 380-381.
- Peil, R, M, A. (2003). Enxertia na produção de mudas de hortaliças. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.5, p.1169- 1177
- Pérez-Cortez, S., y Escala, M., Tillet, S. (2005). Seed coat anatomy in eight species of *Passiflora* L., subgenus *Passiflora*. Acta Botánica Venezuéllica. 28(2), 337-348. Retrieved April 23, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/41740688>.

- Pereira, P. P., Lima, L. K., Soares, T. L., Laranjeira, F. F., Jesus, O. N., y Girardi, E. A. (2019). Initial vegetative growth and survival analysis for the assessment of *Fusarium* wilt resistance in *Passiflora* spp. *Crop Protection*. 121 (1), 195-203. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.03.018>
- Perry, N. B., Albertson, G. D., Blunt, J. W., Cole, A. L., Munro, M. H., y Walker, J. R. (1991). 4-Hidroxy-2-cyclopentenone: and anti-*Pseudomonas* and cytotoxic component from *Passiflora tetrandra*. *Plant medic*. 57, 129-131.
- Pina, A., Cookson, S. J., Calatayud, A., Trinchera, A., y Errea, P. (2017). Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. In: Colla, G., Pérez-Alfocea, F., Schwarz, D. (Eds.), *Vegetable Grafting: Principles and Practices*. CABI, Wallingford Oxfordshire. 132-154.
- Pina, A., y Errea, P. (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility–incompatibility. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam. 106(1), 1-11.
- Pio, R., Castro, E. M., Ramos, J. D., Gavilanes, M. L., y Ribeiro, W. G. (2001) Características anatómicas de porta-enxertos para microenxertia em diferentes alturas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. 25, 848-852.
- Pires, M., De Carvalho., Yamanishi, O., Kiyoshi, P. J. R., Junqueira, N. T. V., Sousa, M., y De Figueiredo, A. (2009). Enxertia de progênies de maracujazeiro-roxo australiano em espécies nativas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 31(3), 823-830. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000300028>
- Posada, P., Ocampo, J., y Santos, L. (2014). Estudio del comportamiento fisiológico de la semilla de tres especies cultivadas de *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) como una contribución para la conservación ex situ. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícola*. 8, 9-19. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i1.2796>.
- PNF. (2006) Plan fruticula nacional, Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Cali, Colombia, 43
- Preisigke, S. C., Neves, K. L., Barbosa, N. R., Araujo, K. L., Serafim, M. E., y Krause, W. (2015). Análise multivariada na distinção de espécies de *Passiflora* resistentes à podridão do colo. *Biosci. J.*, Uberlândia. 31 (6), 1700-1707.
- Preisigke, S. C., Silva, L. P., Serafim, M. E., Bruckner, C. H., Araújo, K. L., y Neves, L. G. (2017). Seleção precoce de espécies de *Passiflora* resistente a fusariose. *Summa Phytopathologica*. 43(4), 321-325.

- Prunier, J. P., y Audergon, J. M. (1999). Influence of rootstock and height of grafting on the susceptibility of apricot cultivars to bacterial canker. *Acta Hort.* 488, 643-646.
- Rezende, M, I, F, L., Araujo, N, S, E., Lustosa, C., Hafle, O, M., y Pinto, G, P. (2008). Grafting for the recovery of yellow passion fruit stem in organic system. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 39(1), 1-8.
- Ribeiro, Da Silva, D., Narita, N., Rós, A, M., Takata, W, H., Hirata, A, C., y Cavichioli, J, C. (2012). Produtividade de maracujazeiros sobre diferentes porta-enxertos e com raiz dupla, *colloquium agrariae.* 8, 1-6.
- Rodríguez, C., Faleiro, F, P., Parra, M., y Costa, A, M. (2020). Passifloras especies cultivadas en el mundo. pp 255. *Memorias del III Congreso Latinoamericano y I Congreso Mundial de Pasifloras*, Neiva, Huila, Colombia. ISBN: 978-65-991179-0-9
- Roncatto, G., Assis, G, M, L., De Oliveira, T, K., y Lessa, L, S. (2011). Pegamento da enxertia em diferentes combinações de variedades e espécies utilizadas como copa e como porta-enxertos de maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* 33(3), 948-953.
- Roncatto, G., Oliveira, J, C., Ruggiero, C., Nogueira-Filho, G, C., Centurion, M, A, P, C., y Ferreira, F, R. (2004). Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto a morte prematura. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* 26(3), 552-554.
- Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., y Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Sci. Hort.* 127, 172-179.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E., y Colla, G. (2008). Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. *Environ. Exp. Bot.* 63(3), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.10.015>
- Ruggiero, C. (2000). Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. *Informe Agropecuário, Belo Horizanote.* 21 (206), 5-9.
- Ruggiero, C., y Volpe, C, A. (1996). Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasil: Embrapa-SPL. Série Publicações técnicas FRUPEX. 19, 64.
- Salazar, H, A., Silva, D, F, P., Sedyama, C, S., y Bruckner, C, H. (2015). Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *Passiflora* cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* 37(3), 635-643.
- Salazar, H, A., Ocampo, J., Ceballos, A, N., Garcia, J, D., y Lopez, W, R. (2021). Genetic, grafting and biotechnology approaches. *botanical research and practices.* Book, pp 218. Copyright, by Nova Science Publisher Inc, New York, USA.

- Salazar, H, A., Da Silva, D, F, P., Picoli, E, T., y Bruckner, C, H. (2016). Desenvolvimento, florescimento e análise morfoanatômica do maracujazeiro amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *Passiflora*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 11(4), 323-329. <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i4a5401>
- Santos B, H, C., Oliveira, E, J., Laranjeira, F, F., De Jesus, N, O., y Girardi, A, E. (2016). Crescimento, frutificação e reação a fusariose em maracujazeiro azedo enxertado em *Passiflora* sp. *Rev. Bras. Frutic.* 38(3), 711 <https://doi.org/10.1590/0100-29452016>
- Santos, Da Silva, C., Sousa, B, S., Barbier, I, P., Silva, D, C., Salomão, A., y Nicoli G, M. (2015). Avaliação da qualidade de cultivares de maracujazeiro, simpósio de pós-graduação, povo de Caldas, MG, Brasil.
- Santos, C, H, B., Da Cruz, Neto, A, J., Soares, T, L., De Oliveira, E, J., De Jesus, O, N., y Girardi, E, A. (2016). Porta-enxertos e fixadores de enxerto para enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro azedo. *Ciência Rural*. 46(1), 30-35. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140154>
- São José, A, R. (1991). Propagação do maracujazeiro. In: São José, A. R., Ferreira, F, R., Vaz, R, L. (Coord.) *A cultura do maracujá no Brasil*. Jaboticabal: FUNEP. 25-43.
- São José, A, R., Souza, I, V, B., Duarte, Filho, J., y Leite, M, J, N. (1994): Formação de mudas de maracujazeiro. In: São José, A, R. (Ed.) *Maracujá, produção e mercado* Vitória da Conquista: DFZ/ UESB. 41-48.
- SAS (2012). Institute. Software Release 9.4. Cary
- Saylor, R, J., Southwick, S, M., Yeager, J, T., Glozer, K., Little, E, L., y Kirkpatrick, B, C. (2002). Effects of rootstock and budding height on bacterial canker in French prune. *Plant Disease*. 86, 543-546.
- Schäfer, G., Bastianel, M., y Dornelles, A, L, C. (2001). Porta-enxertos utilizados na citricultura. *Ciência Rural*. 31, 723-73.
- Serna, J., y Chacón, C. (1995). El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogotá. 32.
- Silva, A. C., y São Jose, A, R. (1994). Classificação botânica do maracujazeiro in *Maracujá: produção e mercado*. Vitória da Conquista: Sao Jose: DFZ/UESB. 255.
- Silva, A, S. (2011). Avaliação de germoplasma de maracujazeiro para resistência a fusariose e caracterização molecular do agente patogênico, pp 90. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil

- Silva, F. M., Correa, L. De S., Boliani, A. C., y Santos, P. C. (2005). Enxertia de mesa de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener. sobre *Passiflora alata* Curtis, em ambiente de nebulização intermitente. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 27(1), 98.
- Staveley, G. W., y Wolstenholme, B. N. (1990). Effects of water stress on growth and flowering of *Passiflora edulis* Sims grafted to *P. caerulea* L. Acta Horticulturae, Wageningen. 275, 551-558.
- Stuchi, E. S., Sempionato, O. R., y Silva, J. A. (1996). Influencia dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. Naranja. Corderópolis. 17(1), 159-178.
- Suassuna, T. M. F., Bruckner, C. H., Carvalho, C. R., y Borém, A. (2003). Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic-sporophytic control. Theoretical and Applied Genetics, Berlin. 106, 298-302.
- Suhaila, M., Zahariah, H., y Norhashimah, A. H. (1994). Antimicrobial activity of some tropical fruit wastes (guava, starfruit, papaya, passionfruit, langsat, duku, rambutan and rambai). Pertanika, J. Trop. Agric. Sci. 17, 219-227.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2014). Plant physiology, Costello de la plana, publications de la universitat Jaume. Títol IV. 2 (3).
- Teixeira, C. G., Castro, J. V., Tocchini, R. P., Nisida, A. L. A. C., Hashizume, T., Medina, J. C., Turatti, J. M., Leite, R. S. F., Bliska, F. M. M., y Garcia, E. B. G. (1994). Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: Ital. 3-142.
- Teixeira, L. M., Coelho, L., y Tebaldi, N. D. (2017). Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates and resistance of passion fruit genotypes to fusariosis. Revista Brasileira de Fruticultura. 39 (3), 415. Epub. doi: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017415>
- Teulon, J. (1971). Propagation of passion fruit (*Passiflora edulis*) on a fusarium-resistant rootstock. Plant Propagator. 17, 4-5.
- Ulmer, T., y MacDougal, J. (2004). *Passiflora*: Passionflowers of the world. Editorial Timber Press, Inc. 430.
- Vanderplank, J. (1996). Passionflowers. Massachusetts: MIT Press. 224.
- Vasconcellos, M. A. S., Silva, A. C., Silva, A. C., y Reis, F. O. (2005). Ecofisiologia do maracujazeiro e implicações na exploração diversificada. In: Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Braga, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados. 295-313.
- Viana, A. P., Silva, F. H. L., Gonçalves, G. M., Silva, M. G. M., Ferreira, R. T., Pereira, T. N. S.,

- Pereira, M. G., Amaral, Jr, A. T., y Carvalho, G. F. (2016). UENF Rio Dourado: A new passion fruit cultivar with high yield potential. *Crop breeding and applied biotechnology*. 16, 250-253.
- Viuche-Ducuara, A. (2017). Propuesta de formulación de estrategias para la exportación de frutas de la familia passiflora en Colombia con base a un modelo prospectivo. Universidad Militar Nueva Granada., 31. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16271/1/ViucheDucuaraAngela2017.pdf>
- Wagner, Júnior, A. W., Neres, C. R. L., Negreiros, J. R., Da Silva., Alexandre, R. S., Diniz, E. R., Pimentel, L. D., Morgado, M. A. D., y Bruckner, C. H. (2008). Substratos no desenvolvimento inicial de quatro cultivares de pessegueiro e uma nectarina. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*. 32(4), 1322-1328.
- Winks, C. W., Menzel, C. M., y Simpson, D. R. (1988). Passionfruit in Queensland 2. Botany and cultivars. *Queensland Agricultural Journal*. 114, 217-224.
- Westwood, M. N. (1982). *Fruticultura de zonas templadas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa
- Yazdani, Z., Jafarpour, M., y Shams, M. (2016). Effect of scion source budding method and graft union height on sweet cherry budding compatibility on Mahaleb rootstock. *Trends Appl Sci Res*. 6, 1-4.
- Zambrano, C. M. (2013). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao*) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas. Loja, Ecuador. 1-55.