

## Evaluación de *Passiflora alata* como un posible portainjerto tolerante a *Fusarium* en granadilla

Dagoberto Castro-Restrepo<sup>1,§</sup>

Nelson de Jesús Montoya-Perez<sup>1</sup>

Juan Felipe Gutierrez-Bedoya<sup>2</sup>

Vanesa Gómez-Jurado<sup>2</sup>

Jesús Antonio Valencia-Quintero<sup>2</sup>

1 Unidad de Biotecnología-Universidad Católica de Oriente. Rionegro, Antioquia, Colombia.

2 Investigadores(as) independientes.

Autor para correspondencia: [dcastro@uco.edu.co](mailto:dcastro@uco.edu.co).

### Resumen

La producción de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia enfrenta graves limitaciones debido a la 'marchitez vascular', causada por *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*, que puede generar pérdidas superiores al 90%. Dada la escasa resistencia genética de los cultivares comerciales, este estudio evaluó *Passiflora alata* Curtis como portainjerto tolerante mediante injertación. El objetivo fue determinar la tolerancia de *P. alata* frente a *F. solani*, su compatibilidad de injerto con *P. ligularis* y su desempeño agronómico bajo condiciones de campo. La investigación se desarrolló entre 2022 y 2024 en los municipios de Rionegro y San Vicente Ferrer, Antioquia (Colombia). Se utilizaron plántulas obtenidas de semilla para los ensayos de inoculación en invernadero, las pruebas de compatibilidad con dos técnicas de injertación (injerto de empalme y de hendidura) y la evaluación en campo de plantas injertadas y no injertadas durante 15 meses. Los resultados mostraron que *P. alata* presentó alta tolerancia a la infección por *F. solani*, con solo un 8% de incidencia, en comparación con el 96% observado en *P. ligularis*. La técnica de injerto por hendidura registró una mayor tasa de éxito (92%) frente al empalme (84%). En campo, las plantas injertadas mostraron mayor supervivencia (95% vs 78%), un crecimiento vegetativo más vigoroso y una floración más temprana (210 días frente a 375). Estos hallazgos sugieren que el uso de *P. alata* como portainjerto constituye una estrategia viable para el manejo de *F. solani* y la mejora del establecimiento y desempeño del cultivo de granadilla en zonas afectadas.

### Palabras clave:

compatibilidad de injertos, marchitamiento por *Fusarium*, *Passifloraceae*, portainjertos, tolerancia a enfermedades.



## Introducción

En Sudamérica, el género *Passiflora* destaca por incluir especies de gran relevancia para la industria alimentaria, especialmente en la producción de pulpas y derivados, así como en los mercados locales para el consumo de fruta fresca (Fischer y Miranda, 2021). Además, ciertas especies de este género contienen compuestos bioactivos con aplicaciones en la industria farmacéutica, debido a sus propiedades antioxidantes (Barbosa *et al.*, 2021) y en la industria cosmética, donde se han identificado flavonoides, ácidos fenólicos y compuestos aromáticos volátiles en varios órganos vegetales (Pardo-Solórzano *et al.*, 2024).

*Passiflora ligularis* Juss, comúnmente conocida como granadilla, se distribuye desde México hasta Bolivia, con mayor prevalencia en los Andes tropicales entre 1 500 y 2 500 msnm (Ocampo *et al.*, 2021). En 2024, el mercado global de la fruta de la pasión estaba valorado en aproximadamente 3 900 millones de USD y se prevé que alcance los 5 850 millones de USD para 2032, reflejando una tasa de crecimiento anual compuesta del 5.2% (Data Bridge Research, 2024). La producción de *P. ligularis* se concentra principalmente en las tierras altas andinas de Colombia, Ecuador y Perú, donde existen condiciones agroecológicas adecuadas entre 1 500 y 2 000 msnm. Actualmente, Colombia destaca como el principal productor, con más de 3 000 ha cultivadas para mercados nacionales y de exportación (CABI, 2024).

En el cultivo de granadilla, uno de los factores más limitantes es la pudrición del cuello, causada por *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* (Tamayo *et al.*, 1999; Salazar-González *et al.*, 2022), un patógeno capaz de provocar pérdidas superiores al 90% (Torres *et al.*, 2000). El hongo penetra a través de las raíces, coloniza los haces vasculares y bloquea la translocación de agua y nutrientes (Castaño-Zapata, 2015). También degrada fibras de xilema y amiloplastos en las células del parénquima y produce geles que reducen la productividad de las plantas (Schmidt *et al.*, 2017).

Patiño-Pacheco y Pérez-Cardona (2021) informaron que *Passiflora ligularis* y *P. quadrangularis* presentan una susceptibilidad extrema a *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*, con mortalidad total de las plantas que ocurre en un plazo de posinoculación entre 10 y 30 días. En cambio, una accesión particular de *P. alata* mostró solo una expresión moderada de síntomas y una progresión de la enfermedad más lenta, lo que indica una respuesta de resistencia parcial. Este nivel intermedio de susceptibilidad sugiere que *P. alata* posee rasgos fisiológicos o anatómicos inherentes, como una mayor lignificación radicular o una colonización vascular restringida, que pueden conferir tolerancia, apoyando así su posible uso como portainjertos resilientes para especies susceptibles de *Passiflora*.

El uso de portainjertos derivados de especies silvestres tolerantes a patógenos transmitidos por el suelo se considera una estrategia agronómica de bajo costo y fácil de implementar en el campo. Especies como *P. alata*, *P. macrocarpa*, *P. caerulea* y *P. nitida* han sido reportadas como tolerantes a *Fusarium* spp. (Fischer *et al.*, 2010). Además, el injerto permite combinar la resistencia a enfermedades del portainjerto con los rasgos agronómicos deseables del vástago, mejorando así el establecimiento de la planta, reduciendo la juvenilidad y facilitando el manejo del dosel (Lima *et al.*, 2021; Hurtado *et al.*, 2021).

En este contexto, Cuya y Escobedo (2018) evaluaron el injerto de granadilla sobre el maracuyá amarillo y reportaron una tasa de éxito del 50% usando la técnica de injerto de hendidura; de manera similar, Espinal *et al.* (2023) informaron que el injerto de *Passiflora edulis* sobre portainjertos compatibles llevó a una reducción significativa del 35% en la altura de la planta, lo que indica un efecto de enanismo, mientras que simultáneamente promovió una floración y fructificación más tempranas. Estos hallazgos sugieren que la selección del portainjerto puede modular eficazmente el vigor y mejorar la precocidad en los sistemas de cultivo de *Passiflora*.

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la tolerancia de *P. alata* a *F. solani*, determinar su compatibilidad de injerto con *P. ligularis* y caracterizar el desempeño agronómico de plantas injertadas en condiciones de campo hasta el inicio de la floración.

## Materiales y métodos

### Ubicación y establecimiento del experimento

Se realizaron estudios de laboratorio y en invernadero en la Unidad de Sanidad Vegetal de la Universidad Católica de Oriente, situada en el municipio de Rionegro (Antioquia), a 2 115 msnm, con una temperatura media de 17 °C. Las evaluaciones de campo se realizaron en la finca San Germán de la misma universidad (6° 17' 14" latitud norte, 75° 14' 18" longitud oeste) en la localidad de Potrerito de San Vicente Ferrer, Antioquia. Esta área corresponde a la zona de vida del Bosque Muy Húmedo Montano Bajo, a 1 997 m sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 15 °C y suelos de origen volcánico con textura franco-arenosa (Cornare, 2012). Los experimentos se llevaron a cabo entre 2022 y 2024.

### Material vegetal

Las semillas de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) fueron amablemente proporcionadas por el banco de germoplasma en funcionamiento de la Unidad de Biotecnología Vegetal de la Universidad Católica de Oriente, y los ecotipos correspondientes se recolectaron originalmente en el municipio de Sonsón, Antioquia (Colombia). Estas semillas germinaron en un sustrato compuesto de turba y fibra de coco, utilizando recipientes de plástico de 700 cm<sup>3</sup>.

### Inoculación de plántulas con *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*

Se obtuvo una cepa patógena de *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* del Centro de Investigación Agrícola de Agrosavia (Estación Experimental La Selva, Antioquia), originalmente aislada de cultivos sintomáticos de *Passiflora ligularis* en el municipio de La Ceja, Antioquia. El hongo se mantuvo en un medio de agar papa dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés) y se incubó a 25 ±2 °C durante siete días para promover la esporulación. Posteriormente, se preparó una suspensión conidial, inundando la superficie del cultivo con agua destilada estéril que contenía 0.05% Tween 20, filtrando mediante gasas estériles de doble capa y ajustando la concentración a 1 × 10<sup>8</sup> conidios ml<sup>-1</sup> usando un hemocitómetro de Neubauer.

Para la inoculación, las plántulas de 30 días de edad fueron esterilizadas superficialmente con etanol al 70%. Se realizó una incisión superficial (aproximadamente de 1-2 mm de profundidad y 3-4 mm de largo) en el cuello del tallo, justo por encima de la unión raíz-hipocótilo, utilizando una hoja de bisturí estéril en condiciones asépticas. Inmediatamente después de la herida, se aplicaron 200 µl de la suspensión conidial de *F. solani* directamente en la incisión mediante una micropipeta estéril. La zona de la herida se cubrió con un pequeño trozo de algodón estéril humedecido con la misma suspensión y se envolvió con Parafilm® para mantener la humedad y promover la entrada de patógenos. Las plantas de control recibieron un tratamiento idéntico utilizando agua destilada estéril. Tras la inoculación, las plantas se mantuvieron en un invernadero bajo condiciones controladas (25 ±2 °C, 70-80% HR) y se monitorearon diariamente para detectar el desarrollo de síntomas.

### Injerto de *Passiflora ligularis* sobre portainjertos de *Passiflora alata*

En el experimento se utilizaron plántulas de *P. ligularis* de 25 días y plántulas de *P. alata* de 30 días, cada una con diámetros de tallo entre 2 y 3 mm. Las plantas de *P. alata* se trasplantaron en bolsas de polietileno de 300 g que contenían una mezcla de tierra, arena y materia orgánica (2:1:1) y se dejaron crecer durante 25 días antes del injerto. Se aplicaron dos técnicas de injerto: i) injerto de empalme, se realizó un corte inclinado tanto en el vástago como en el portainjerto para la unión; y ii) Injerto de hendidura, el portainjerto se cortó transversalmente a nivel del cotiledóneo y se dividió 0.5 cm en dirección longitudinal para insertar el vástago. Se prepararon vástagos de 5 cm de largo y tres hojas, asegurando compatibilidad de diámetro (aprox. 2 mm). Los injertos se aseguraron con clips de injerto de 2 mm y se colocaron en una cámara húmeda (humedad relativa: 95% ±3%, temperatura: 24-32 °C, luz: 70%).

## Plántulas de inoculación

Se establecieron cuatro tratamientos en un diseño completamente al azar ( $n= 50$  plántulas por tratamiento): i) plántulas de *P. alata* inoculadas con la suspensión fúngica (tratamiento); ii) plántulas de *P. ligularis* inoculadas (control positivo); iii) plántulas de *P. alata* no inoculadas (control negativo); y iv) plántulas de *P. ligularis* no inoculadas (control negativo). Tras 60 días, se registró la presencia o ausencia de síntomas de marchitez.

## Diseño experimental

El experimento siguió un diseño completamente al azar con dos tratamientos (tipo injerto), utilizando 50 plantas por tratamiento. Tras 20 días en la cámara húmeda, las plantas se trasladaron al invernadero. A los 40 días después del injerto se midieron la tasa de supervivencia, la longitud del injerto, el diámetro del tallo en la unión y el número de hojas nuevas por planta.

## Evaluación de campo de plantas injertadas

Las plantas injertadas se mantuvieron en el invernadero bajo condiciones controladas hasta los dos meses de edad (aproximadamente 20 cm de altura). Paralelamente, las plantas de granadilla no injertadas provenientes de semilla se cultivaron bajo las mismas condiciones. A la edad de trasplante, el campo se preparó utilizando labranza mínima, nivelación de contornos y un diseño de plantación triangular (2.5 m entre plantas y 3 m entre hileras). Un análisis del suelo previo a la plantación guio las enmiendas orgánicas y las correcciones de pH. El ensayo de campo utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos: i) granadilla injertada sobre *P. alata* (60 plantas); y ii) *P. ligularis* no injertado (60 plantas). La supervivencia se registró a los 3, 6, 9 y 12 meses después del trasplante. Además, se evaluaron 15 plantas seleccionadas aleatoriamente por tratamiento para variables de crecimiento: longitud del tallo principal (desde el cuello hasta el ápice), diámetro del tallo principal (5 cm por encima del cuello para plantas no injertadas, en la unión del injerto para las injertadas) y el tiempo hasta la floración (días desde la plantación). Las mediciones continuaron durante 15 meses.

## Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando R Wizard 4.3. Se verificaron las suposiciones de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Para la inoculación con *F. solani*, una prueba de chi-cuadrado evaluó las asociaciones entre los tratamientos y la aparición de marchitez. Para las técnicas de injerto, una prueba t de Student comparó las medias de los tratamientos al 95% de confianza. Los datos de campo se analizaron con un Anova unidireccional, seguido de la prueba de comparación múltiple de Tukey.

## Resultados y discusión

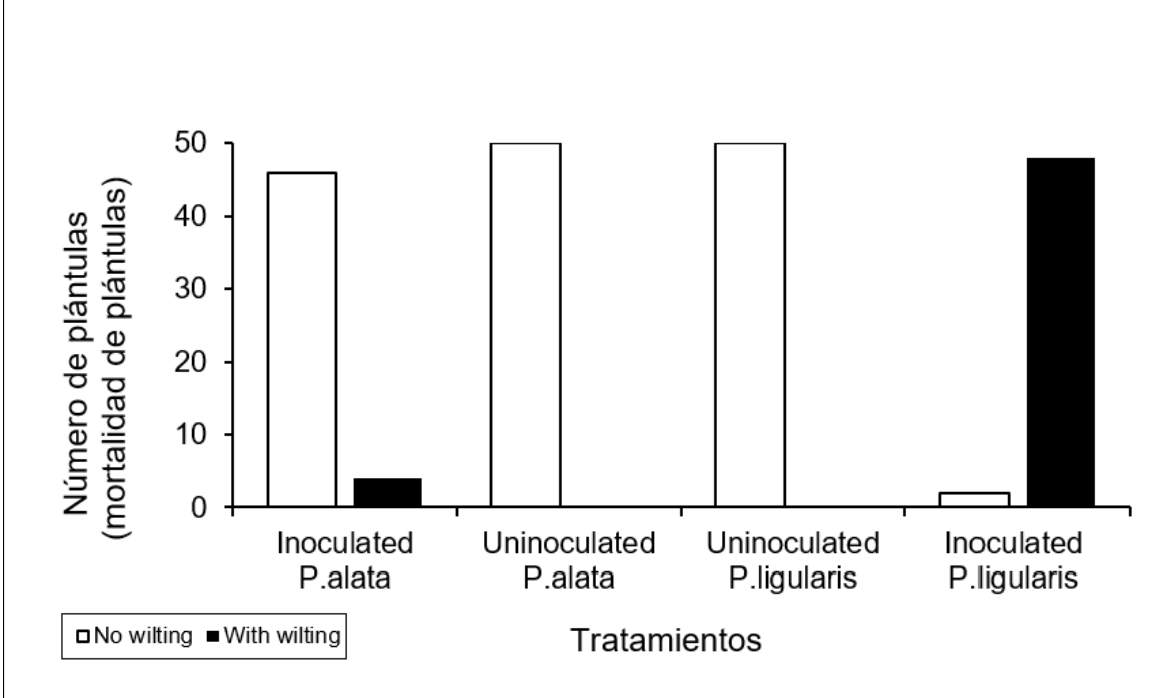
### Inoculación en invernadero con *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*

Se observó una diferencia significativa en la respuesta a la enfermedad entre las dos especies de *Passiflora* evaluadas bajo condiciones de invernadero. Sesenta días después de la inoculación, solo el 8% de las plantas de *P. alata* presentaban síntomas visibles de infección (4 de 50 plantas), mientras que la incidencia en *P. ligularis* alcanzó el 92% (46 de 50 plantas). Esta diferencia fue estadísticamente significativa (prueba  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$ ), lo que indica una fuerte asociación entre el tratamiento de inoculación y la manifestación de síntomas de marchitez (Figura 1).



Figura 1

Incidencia de marchitez causada por *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* en *P. alata* y *P. ligularis* en condiciones de invernadero (60 días después de la inoculación) [prueba de  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$ ].



En cuanto a las plantas no inoculadas de *P. alata* y *P. ligularis*, se observó una supervivencia del 100%. Estos hallazgos coinciden con los de Osorio *et al.* (2020), quienes identificaron a *F. solani* como un agente causal principal de la enfermedad de marchitamiento en *P. ligularis*. La alta mortalidad observada en las granadillas confirma su extrema susceptibilidad al hongo. *P. alata* ha sido reportada anteriormente como una especie tolerante a patógenos del suelo (Faleiro *et al.*, 2008). En este estudio, el 80% de las plantas de *P. alata* sobrevivieron, lo que indica una tolerancia parcial. La variabilidad en la respuesta puede atribuirse a la diversidad genética dentro de la especie, ya que Forero *et al.* (2015) reportaron respuestas diferenciales a *Fusarium* entre las poblaciones de *P. alata*, atribuibles a su naturaleza de cruzamiento externo. Esto explica por qué algunos individuos son susceptibles mientras que otros muestran resistencia.

### Compatibilidad de injertos entre *P. ligularis* y *P. alata*

La compatibilidad del injerto se evaluó en función de la tasa de prendimiento del injerto y del desarrollo temprano de la planta (Cuadro 1). La técnica de injerto de hendidura logró una tasa de prendimiento significativamente mayor (92%) en comparación con el injerto de empalme (84%) (t-test,  $p < 0.05$ ). Sin embargo, 60 días después del injerto, no se detectaron diferencias significativas en la altura de la planta, el número de hojas o el diámetro del tallo entre ambas técnicas. Estos resultados coinciden con los reportados por Cuya y Escobedo (2018) para los injertos de granadilla sobre *P. edulis* f. *flavicarpa*, donde una unión exitosa de injertos no necesariamente condujo a diferencias tempranas en el vigor de los vástagos.



**Cuadro 1. Desempeño del injerto (%) y crecimiento inicial de los injertos de *P. ligularis* sobre portainjertos de *P. alata* (n= 50 por tratamiento, 60 días después del injerto).**

Tipo de injerto	Desempeño del injerto (%)	Longitud total de la planta (cm)	Número de hojas	Diámetro del tallo (mm)
Empalme	84	16	6	4.1
Hendidura	92*	15.7	6	4.1

\*= indica diferencias significativas entre medias ( $p < 0.05$ , prueba de t).

Espinal *et al.* (2023) observaron patrones comparables. Ellos informaron que, aunque los primeros prendimientos del injerto y las respuestas tempranas de crecimiento fueron similares entre varias combinaciones de *Passiflora*, la compatibilidad fisiológica y el rendimiento a largo plazo en campo variaron sustancialmente entre los portainjertos. Específicamente, las plántulas injertadas sobre *P. alata* y *P. maliformis* mostraron tasas de supervivencia más altas y un crecimiento más uniforme tras el establecimiento en el campo en comparación con las de *P. foetida* o *P. semaphyfolia*. Estos hallazgos destacan que los indicadores tempranos del vivero, como la tasa de prendimiento y el crecimiento del tallo, aunque útiles para evaluar la eficiencia de la técnica de injerto pueden no predecir completamente el desempeño del injerto a largo plazo.

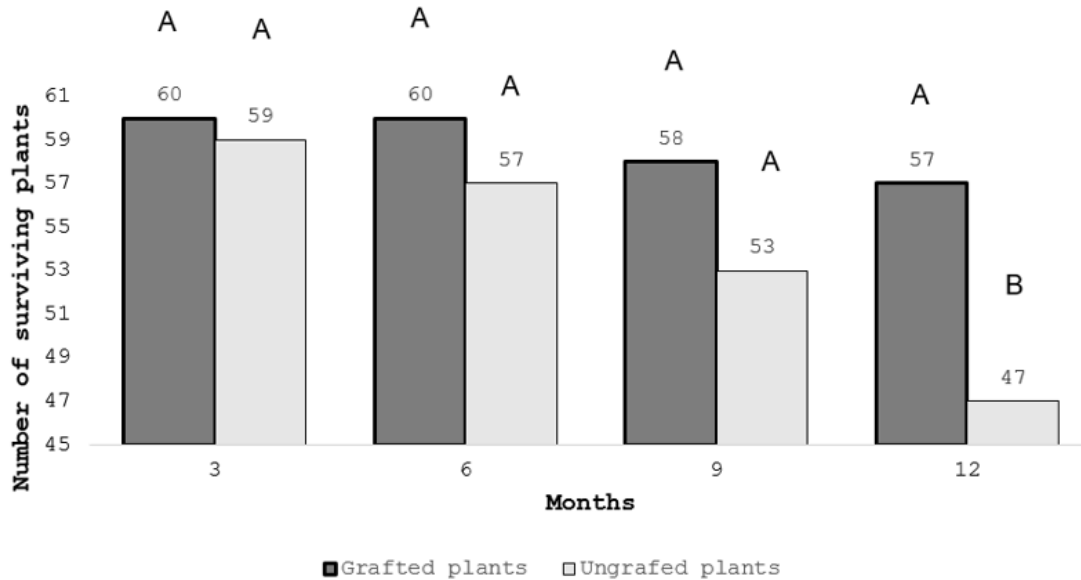
En el contexto de nuestros resultados, la mayor tasa de éxito obtenida con el injerto de hendidura sugiere una mejor alineación del cambium y la formación de callos, probablemente una mayor continuidad vascular entre el vástago y el portainjerto. No obstante, en concordancia con Espinal *et al.* (2023), la ausencia de diferencias morfológicas tempranas implica que la compatibilidad fisiológica debe confirmarse mediante una evaluación prolongada en campo, incluyendo el inicio de la floración, el rendimiento y posibles síntomas de incompatibilidad, como hinchazón del tallo o abscisión tardía de la hoja. En general, la evidencia combinada apoya la idea de que tanto la elección de la técnica de injerto como la selección de la especie de portainjerto son determinantes críticos de la longevidad del injerto y del rendimiento agronómico en los sistemas de cultivo de *Passiflora*. Estos hallazgos sugieren que, aunque el injerto de hendidura mejora el éxito inicial del injerto, ambas técnicas conducen a un desarrollo vegetativo comparable una vez que el injerto se ha establecido. Schmildt *et al.* (2017) destacaron la importancia de la formación de callos en la unión del injerto como determinante de la compatibilidad inicial, lo que podría explicar la diferencia en las tasas de prendimiento entre ambas técnicas.

## Evaluación de campo de plantas injertadas

Se monitoreó la supervivencia acumulada de las plantas durante 12 meses tras el trasplante (Figura 2). No se observaron diferencias significativas hasta los nueve meses. Sin embargo, a los 12 meses, las plantas injertadas tuvieron una supervivencia significativamente mayor (95%) en comparación con las no injertadas (78.3%) ( $\chi^2$ ,  $p = 0.016$ ). Este resultado sugiere que los portainjertos tolerantes contribuyen a una mayor longevidad en el campo, probablemente debido a una mejor resistencia del sistema radicular a patógenos transmitidos por el suelo.

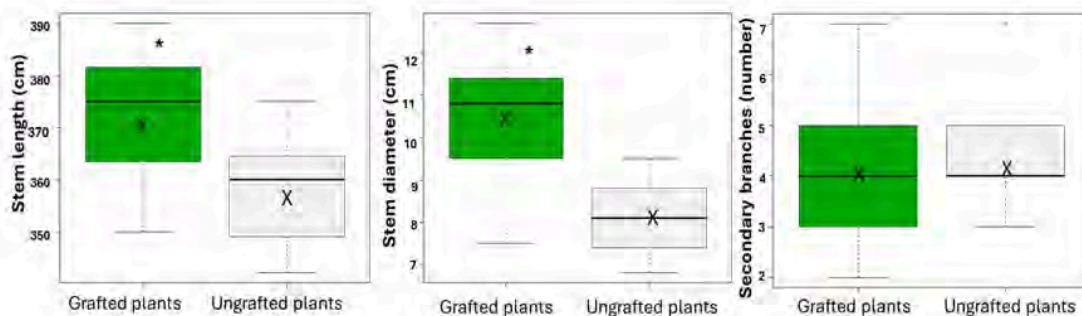


Figura 2. Supervivencia acumulada (%) de plantas de granadilla injertadas vs no injertadas durante 12 meses. Letras diferentes indican diferencias significativas a los 12 meses ( $p < 0.05$ , prueba del chi-cuadrado).



En cuanto al crecimiento vegetativo, las plantas injertadas mostraron un desarrollo más robusto. A los 15 meses, la altura media y el diámetro del tallo de las plantas injertadas (373.3 cm y 10.37 mm, respectivamente) fueron significativamente mayores que los de las plantas no injertadas (357 cm y 8.11 mm) (Figura 3). No se observaron diferencias significativas en el número de ramas secundarias.

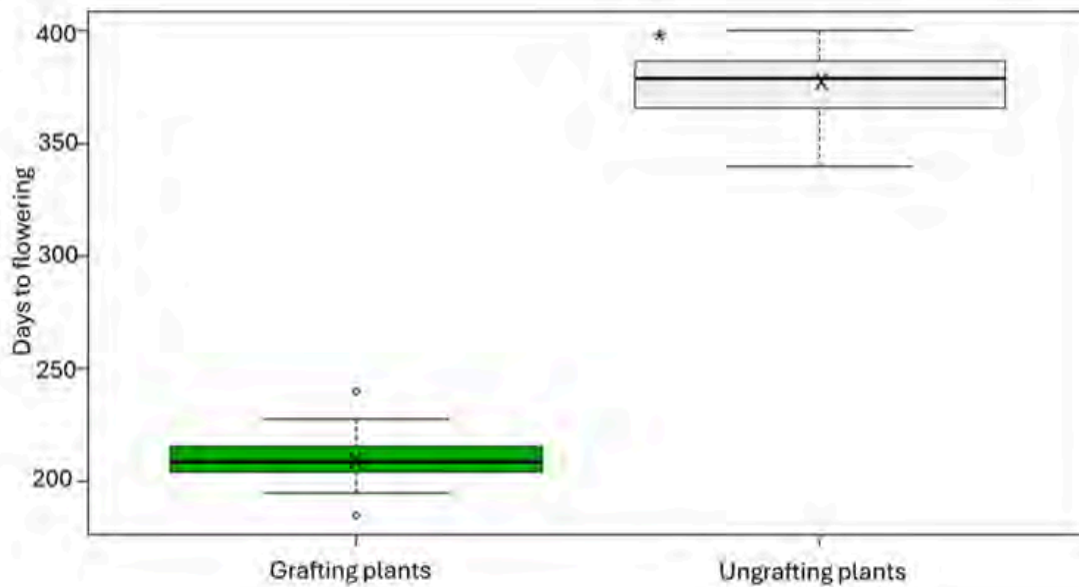
Figura 3. Crecimiento vegetativo a los 15 meses: longitud del tallo principal, diámetro del tallo y número de ramas secundarias. 'X' indica medias; los asteriscos denotan diferencias significativas ( $p < 0.05$ , prueba de Tukey).



Además, las plantas injertadas florecieron antes, con una media de 210 días después de la plantación, mientras que las plantas no injertadas florecieron a los 375 días (Figura 4), una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ , prueba de t). Esto sugiere que el injerto acelera considerablemente el inicio del desarrollo reproductivo.



Figura 4. Comparación de los días desde el trasplante hasta la floración en plantas de granadilla injertadas vs no injertadas. 'X' indica valores medios; el asterisco muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ , prueba de t).



Estos hallazgos confirman que el injerto no solo mejora la tolerancia a las enfermedades, sino que también promueve una madurez reproductiva más temprana. El portainjerto desempeña un papel central en la absorción de nutrientes y agua, influyendo en el crecimiento y el vigor de los vástagos (Hayat *et al.*, 2023). Esta respuesta puede estar mediada por señales moleculares del portainjerto, como fitohormonas, ARNm, ARN no codificante o proteínas, que regulan los procesos fisiológicos en el vástago (Lu *et al.*, 2020). En general, estos resultados respaldan los hallazgos de Lima *et al.* (2017, 2021), quienes enfatizaron que la selección del portainjerto debe considerar no solo la resistencia, sino también los efectos positivos en el crecimiento, el rendimiento y la precocidad. El uso de *P. alata* como portainjertos resulta ser una estrategia viable de propagación para *P. ligularis*, especialmente en zonas afectadas por *F. solani*. Este enfoque se alinea con las prácticas modernas de cultivo de frutas, donde el injerto se utiliza para superar las limitaciones genéticas de los cultivares comerciales (Adgüzel *et al.*, 2022, 2023; Dhurve *et al.*, 2024).

## Conclusiones

Este estudio demuestra que *Passiflora alata* Curtis presenta una tolerancia notable a *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* en condiciones de invernadero, mostrando una incidencia significativamente menor en comparación con *Passiflora ligularis*. Además, las plantas de granadilla injertadas sobre *P. alata* mostraron un mejor rendimiento en el campo, incluyendo mayores tasas de supervivencia, un crecimiento vegetativo más vigoroso y una floración más temprana que las plantas no injertadas. La técnica de injerto de hendidura demostró ser más eficiente en términos de éxito inicial del injerto; no obstante, ambas técnicas apoyaron un desarrollo vegetativo comparable una vez establecido el injerto. Estos resultados respaldan el uso de *P. alata* como portainjertos en programas de manejo integrado de la enfermedad de marchitez en granadilla. El injerto sobre *P. alata* surge como una estrategia agronómica prometedora para mitigar el impacto de patógenos transmitidos por el suelo, mejorar el establecimiento de cultivos y acortar la fase juvenil, contribuyendo así a la sostenibilidad y la productividad del cultivo de granadilla en las regiones afectadas por *F. solani*.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Senainnova por cofinanciar el proyecto 107643: 'Ampliación de la producción de plántulas de especies de *Passifloraceae* en portainjertos tolerantes a problemas fitosanitarios para promover la productividad, calidad y vida útil de los cultivos', a la empresa Innmakers SAS, a la asociación de fruticultores de Carmen de Viboral (Antioquia) y al Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad Católica de Oriente.

## Bibliografía

- 1 Ad#güzel, P.; Nyirahabimana, F. and Solmaz, I. 2022. Recent developments of grafting in Cucurbitaceae. Agricultural practices and sustainable management in Türkiye. In agricultural practices and sustainable management in Türkiye; Iksad Publishing House. Ankara, Türkiye. 207 p.
- 2 Ad#güzel, P.; Naml#, M.; Nyirahabimana, F.; Solmaz, I. and Sar#, N. 2023. The effects of grafting on plant, fruit and seed quality in cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Cantalupensis*) Melons. *Seeds*. 2(1):1-14. <https://doi.org/10.3390/seeds2010001>.
- 3 Barbosa Santos, T.; Araujo, F. P.; Neto, A. F.; Freitas, S. T.; Souza- Araújo, J.; Oliveira, V. and Lima, M. S. 2021. Phytochemical compounds and antioxidant activity of the pulp of two brazilian passion fruit species: *Passiflora cincinnata* Mast. and *Passiflora edulis* Sims. *International Journal of Fruit Science*. 21(1):255-269.
- 4 CABI. 2024. *Passiflora ligularis* (sweet granadilla) [Factsheet]. CABI Digital Library. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.116173>.
- 5 Castaño-Zapata, J. 2015. Principios básicos de hongos fitopatógenos. Centro Ed. Universidad de Caldas (Colombia). 362 p.
- 6 CORNARE. 2012. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro-Nare. Gobernación de Antioquia-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Evaluación y zonificación de riesgos por avenida torrencial, inundación y movimiento en masa y dimensionamiento de procesos erosivos en el municipio de San Vicente Ferrer. Videográficas LTDA, Colombia. <http://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/SAN-VICENTE/Documento-San-Vicente.pdf>.
- 7 Cuya, E. y Escobedo, J. 2018. Injerto de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) sobre maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) utilizando dos secciones de brotes de plantas adultas, dos tipos de injerto y dos cámaras húmedas individuales. *Anales Científicos*. 79(2):431-435.
- 8 Data Bridge Market Research. 2024. Global passion fruit market size, share, and trends industry trends and forecast to 2032. <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-passion-fruit-marke>.
- 9 Dhurve, L.; Mathew, D.; Kumar, A., Joseph, A. and Mehara, H. 2024. Rootstock system for fruit crop improvement. Ed. Mohamed Abdel-Raheem. In : Research Advances and Challenges in Agricultural Sciences. 7 p.
- 10 Espinal, F. A.; Ocampo, J. A.; Morillo, Y. C. and Hurtado, A. S. 2023. Development of yellow passion fruit seedlings grafted onto four rootstocks of *Passiflora* species. *Acta Agronômica*. 72(3):1-26. <https://doi.org/10.15446/acag.v72n3.112525>.
- 11 Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. y Braga, M. F. 2008. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados. Pesquisa e Desenvolvimento (BPD) núm. 207, 58 p.
- 12 Fischer, I. H.; Bueno, C. J.; Garcia, M. J. M. and Almeida, A. M. 2010. Reação de sweet passion fruit zeiro-amarelo ao complexo fusariose-nematoide de galha. *Acta Scientiarum*. 32(2):223- 227.

- 13 Fischer, G. and Miranda, D. 2021. Review on the ecophysiology of important Andean fruits: *Passiflora* L. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 74(2):9471-9481. Doi: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>.
- 14 Forero, R.; Ortiz, E.; León, W.; Gómez, J. y Hoyos-Carvajal, L. 2015. Análisis de la resistencia a *Fusarium oxysporum* en plantas de *Passiflora maliformis* L. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 9(2):197-208.
- 15 Hayat, F.; Li, J.; Iqbal, S.; Khan, U.; Ali, N. A.; Peng, Y.; Hong, L.; Asghar, S.; Javed, H. U. and Li, C. 2023. Hormonal Interactions underlying rootstock-induced vigor control in horticultural crops. Appl. 13(3):1237. <https://doi.org/10.3390/app13031237>.
- 16 Hurtado, A.; Ceballos, N. and Ocampo, J. 2021. Chapter 3. Ecophysiology and grafted fruit quality in *Passiflora* species. In : *Passiflora: genetic, grafting and biotechnology approaches*. Ed. Nova Science Publisher. New York. 101-136 pp.
- 17 Lima, L. K. S.; Soares, T. L.; Souza, E. H.; Jesus, O. N. and Girardi, E. A. 2017. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. Sci. Hortic. 215(2):134-141. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.001>.
- 18 Lima, L. K. S.; Jesus, O. N.; Teixeira, J. H. S.; Guimarães, M. A. S.; Cardoso, C. S.; Brito-Castro, R.; Rosa, C. C. and Girardi, E. A. 2021. Performance of graft combinations of *Passiflora* spp., under tropical semi-arid conditions in Brazil. Fruits. 76(2):80-92.
- 19 Lu, X.; Liu, W.; Wang, T.; Zhang, J.; Li, X. and Zhang, W. 2020. Systemic long-distance signaling and communication between rootstock and scion in grafted vegetables. Front. Plant Sci. 11:5-15.
- 20 Ocampo, J.; Hurtado, A. S. and López, W. 2021. Chapter 1. Genetic resources and breeding prospects in *Passiflora* species. In : *Passiflora: genetic, grafting and biotechnology approaches*. Ed. Nova Science Publisher. New York. 76 p.
- 21 Osorio, J. A. C.; Martínez, E. P. L.; Hio, J. C.; Aguirre, J. E. R.; Vergara, J. A. A.; Luque, N. Y. S.; Rojas, E. D. Z. y Cruz, G. N. 2020. Caracterización sanitaria de los cultivos de granadilla, gulupa y maracuyá en Colombia, con especial referencia a la secadera causada por *Fusarium solani* f. sp. *Passiflorae*. Primera Ed. Vol. 1. Mosquera, Colombia: Agrosavia. Hilos Tensados. 41-66 pp. Doi: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigacion.7403381>.
- 22 Pardo-Solórzano, M. V.; Costa, G. M. y Castellanos, L. 2024. *Passiflora* by-products: chemical profile and potential use as cosmetic ingredients. Sci. Pharm. 92-57 pp.
- 23 Patiño-Pacheco, M. J. y Pérez-Cardona, O. Y. 2021. Evaluación de la resistencia de genotipos de *Passiflora* a *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* en granadilla. Entramado. 17(2):256-267.
- 24 Salazar-González, C.; Yela-Cacedo, O. and Gómez-Espinoza, B. 2022. Molecular characterization of *Fusarium* spp. associated vascular wilt in passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss). Revista de Ciencias Agrícolas. 39(2):33-46 Doi: <https://doi.org/10.22267/rcia.223902.180>.
- 25 Schmildt, E. R.; Oliari, L. S.; Alexandre, R. S.; Silva, F. O. and Schmildt, O. 2017. Histological aspects of mini-grafting of *Passiflora edulis* Sims and *Passiflora mucronata* Lam. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 2(40):e174 .
- 26 Tamayo, M. P.; Giraldo, G. B. y Morales, O. J. 1999. Enfermedades en semilleros y almácigos de granadilla. Revista Facultad Nacional Agropecuaria Medellín. 52(2):773-779.
- 27 Torres, C. M.; Sánchez, M.; Bravo, N. O.; Marmolejo, F. T. and Gómez, E. D. L. 2000. Enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo de maracuyá *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener en dos agroecosistemas. Fitopatología Colombiana. 26(2):47-54.

## Evaluación de *Passiflora alata* como un posible portainjerto tolerante a *Fusarium* en granadilla

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2026
Date accepted: 01 March 2026
Publication date: 01 February 2026
Publication date: Feb-Mar 2026
Volume: 17
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e3930
DOI: 10.29312/remexca.v17i2.3930

### Categories

Subject: Artículos

### Palabras clave:

**Palabras clave:**

compatibilidad de injertos  
marchitamiento por *Fusarium*  
*Passifloraceae*  
portainjertos  
tolerancia a enfermedades

### Counts

Figures: 4  
Tables: 1  
Equations: 0  
References: 27