

# Evaluación de la resistencia de genotipos de *Passifloras* a *Fusarium solani f.sp. passiflorae* en granadilla \*

**Mónica Jovanna Patiño-Pacheco**

Investigador Escuela de Ciencias Agrarias Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) - UNAD, Tunja - Colombia.  
monica.patino@unad.edu.co  <https://orcid.org/0000-0001-9645-1145>

**Olga Yanet Pérez-Cardona**

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA - Centro de Investigación Tibaitatá - Colombia.  
oyperez@corpoica.org.co  <https://orcid.org/0000-0002-6635-3250>

## RESUMEN

En Colombia la enfermedad más limitante en el cultivo de la granadilla es la pudrición del cuello causada por *Fusarium solani f. sp. passiflorae*. Este patógeno afecta a las plantas en todos los estados de desarrollo en la base de los tallos y causa la muerte en un corto tiempo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la resistencia en dieciocho especies de la familia Passifloraceae a la pudrición del cuello. Para este experimento se utilizó un aislamiento altamente virulento según los resultados de las pruebas de patogenicidad con plantas de granadilla. Según los resultados después de la inoculación con el patógeno once especies de *Passifloras* fueron susceptibles, en contraste cinco genotipos de maracuyás (PE10, PE11, PE13, PE15 y PE17) y dos cholupas (PM02 y PM04), fueron resistentes no manifestaron síntomas. Se recomienda utilizar las especies resistentes para el mejoramiento genético de esta especie o emplearlos como porta injertos.

## PALABRAS CLAVE

Granadilla; incidencia; pudrición del cuello; *Passifloras*; resistencia

# Evaluation of the resistance of *Passifloras* genotypes to *Fusarium solani f.sp. passiflorae* in granadilla

## ABSTRACT

In Colombia the most limiting disease in the cultivation of granadilla is neck rot caused by *Fusarium solani f. sp. passiflorae*. This pathogen affects plants in all stages of development at the base of the stems and causes death in a short time. The objective of this research was to evaluate the resistance in eighteen species of the Passifloraceae family to neck rot. For this experiment, a highly virulent isolate was used according to the results of pathogenicity tests with passion fruit plants. According to the results after inoculation with the pathogen, eleven *Passifloras* species were susceptible, in contrast, five passion fruit genotypes (PE10, PE11, PE13, PE15 and PE17) and two cholupas (PM02 and PM04), were resistant and did not show symptoms. It is recommended to use resistant species for the genetic improvement of this species or to use them as rootstock.

## KEYWORDS

Granadilla; incidence; neck rot; *Passifloras*; resistance

Recibido: 10/02/2021 Aceptado: 31/05/2021

\* Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

**Cómo citar este artículo:** PATIÑO-PACHECO, Mónica Jovanna; PÉREZ-CARDONA, Olga Yanet. Evaluación de la resistencia de genotipos de *Passifloras* a *Fusarium solani f.sp. passiflorae* en granadilla. En: Entramado, Julio - Diciembre, 2021 vol. 17, no. 2, p. 256-267 <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.6820>



# Avaliação da resistência de genótipos de *Passifloras* a *Fusarium solani* f.sp. *passiflorae* em granadilla

## RESUMO

Na Colômbia, a doença mais limitante no cultivo do granadilla é a podridão do pescoço causada pelo *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*. Este patógeno afeta as plantas em todos os estágios de desenvolvimento na base dos caules e causa a morte em um curto espaço de tempo. O objetivo desta pesquisa era avaliar a resistência de dezoito espécies da família Passifloraceae à podridão do colar. Para esta experiência, foi utilizado um isolado altamente virulento de acordo com os resultados dos testes de patogenicidade em plantas de maracujá. De acordo com os resultados após a inoculação com o patógeno onze espécies de Passifloraceae eram suscetíveis, em contraste, cinco genótipos de maracujá (PE10, PE11, PE13, PE15 e PE17) e dois cholupas (PM02 e PM04) eram resistentes e não apresentavam sintomas. Recomenda-se usar as espécies resistentes para o melhoramento genético desta espécie ou usá-las como porta-enxertos.

## PALAVRAS-CHAVE

Granadilla; incidência; podridão do pescoço; *Passifloras*; resistência

## I. Introducción

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es una planta originaria de los altiplanos húmedos de la zona Andina, y distribuida en América desde México hasta Bolivia (Ocampo, Arias y Urrea, 2015). Se cultiva en Colombia, Kenia, Costa de Marfil, Sur de África y Australia. En Colombia y Costa Rica es conocida como granadilla, en Estados Unidos, Inglaterra y Holanda la llaman “sweet passion fruit”. Colombia se distingue por ser el mayor productor y consumidor de esta fruta a nivel mundial (Yockteng, Coppens, d’Eeckenbrugge y Souza-Chies, 2011). En Colombia en el año 2018 las exportaciones de granadilla alcanzaron las 723 toneladas, con un valor aproximado de \$ 3,5 millones de dólares (MADR, 2019). En estos últimos años se ha registrado con un crecimiento de las exportaciones en un 300% entre los años 2009 al 2018. Los principales destinos que se comercializa esta fruta son: Emiratos Árabes con el mayor porcentaje (18,79%), seguido de Canadá (18,23%), Francia (15,13%) y Brasil (8,29%), entre otros (MADR, 2019).

En el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) la enfermedad más limitante es la pudrición del cuello causada por *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* (Tamayo, 1999). Esta enfermedad afecta en los diferentes estados de desarrollo de las plantas, este mismo fitopatógeno se ha reportado afectando cultivos de maracujá (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg) en Brasil (Fischer, Martins, Lourenco, Kimati y Amorim, 2003); Estados Unidos (Ploetz, 1991) y en Venezuela (Cedeño, Palacios, Marques, Nueva y Tavira, 1990). También se ha reportado que puede afectar a diferentes especies de *Passifloras* como: gulupa (*P. edulis* Sim.), maracua (*P. alata* Curtis.), cholupa (*P. maliformis* L.) y Badea (*P. quadrangularis* L.) (Ssekyaewa, Fina, Swinburne, Van Damme y Abubakar, 1999; Fischer y Rezande, 2008).

Se manifiesta en plantas adultas con marchitamiento y clorosis gradual de las hojas en forma ascendente; posteriormente se observa defoliación severa de las hojas bajas hasta producir la muerte de las plantas. Cuando esto sucede se observa una pudrición severa de las raíces con la formación de chancros en tallo. Asimismo, las plantas afectadas por el patógeno no se recuperan y mueren (Tamayo, 1999).

La principal medida para el control de enfermedades causadas por *Fusarium* son las medidas preventivas, esto con el fin de evitar las infecciones causadas por este patógeno; ya que es muy difícil su manejo después de que se ha diseminado en el suelo (Agris, 2005). Una estrategia de control muy eficiente para patógenos como del suelo, ha sido emplear especies resistentes como portainjertos o para el mejoramiento genético en los diferentes cultivos (Fischer, Rezende, Filho y da Silva, 2005; Dos Santos, Laranjeira, de Oliveira, Carvalho y de Freitas, 2013). Estudios de resistencia con este patógeno en el cultivo de maracujá, revelaron que algunas especies del género *Passiflora* son resistentes como *Passiflora candida* Mast y *P. fuchsiiiflora* Hemsl (Delanoë, 1991). Algunas introducciones de cholupa (*P. maliformis* L.) son parcialmente resistentes a *F. oxysporum*, sp. *passiflorae* se puede utilizar como porta injertos con híbridos susceptibles de maracujá (*P. edulis* Sim) (Cole, Hedges y Ndowora, 1992).

Colombia, cuenta con una gran diversidad de especies dentro del género *Passiflora* con 187 especies descritas (Ocampo et al., 2014), lo que aumenta las posibilidades de establecer diferentes grados de resistencia a la pudrición del cuello. En este trabajo se evaluó la resistencia de diferentes especies de la familia *Passifloraceae* y genotipos de maracujá (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) a *Fusarium solani*

*f.sp. passiflorae* (MV184) aislado plantas de granadilla, que en pruebas de patogenicidad registro los mayores porcentajes de incidencia y mortalidad. El método de inoculación que se utilizó para esta investigación fueron discos con peritecios que se usaron para las pruebas de resistencia para las diferentes especies de Passifloras.

## 2. Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en el invernadero y laboratorio de Fitopatología de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) C. I. Tibaitatá, ubicado en el municipio de Mosquera Cundinamarca (2.543 m.s.n.m), con coordenadas 4°41'43,1 N. de latitud norte y 74° 12' 30,0 W. de longitud, con una temperatura media de 13.6°C (Ver [Figura 1](#)).

### Aislamiento e inoculación

El aislamiento de *Fusarium solani f.sp. passiflorae* que se empleó para este experimento fue el MV184. En laboratorio se identificó por pruebas morfológicas y moleculares, se escogió por registrar los mayores porcentajes incidencia y mortalidad en pruebas de patogenicidad en plántulas de granadilla (>90%).

## Preparación del inóculo

El medio de cultivo fue elaborado según el protocolo descrito por [Leslie y Summerell \(2006\)](#), empleando el medio de cultivo Agar V8 y jugo de zanahoria con modificaciones. Este medio se utilizó para favorecer la producción de peritecios que corresponden a la fase sexual de *Fusarium solani*. El medio se preparó con 300 ml de jugo V8 (Cambell Soup Co, Camben, N.J), 400 ml de agua destilada y 300 ml; de jugo de zanahoria. Por último, se le adicionó 20 g de agar. El pH se ajustó entre 5,5 a 6,5 con  $\text{CaCO}_3$  y 1 M NaCl; posteriormente se esterilizó por 20 minutos a 120 lb/p. Se sembró el aislamiento MV184 y finalmente se dejó en incubación durante 20 días con luz continua a 25°C. Trascorrido ese tiempo se cortaron discos de micelio con peritecios con un diámetro de 0,5 cm, con ayuda de un sacabocados.

Para la inoculación de *F. solani f. sp. passiflorae* se utilizó el protocolo descrito por [Ortiz y Hoyos \(2010\)](#). Inicialmente se desinfectaron los tallos con una solución de etanol al 70%, a 2 cm de la base del tallo; luego se lavó con agua destilada estéril; a continuación, se hizo una herida en forma de T con un bisturí estéril retirando parte de la corteza. Sobre esta herida se colocó un disco de 0.5 cm de diámetro con peritecios, se envolvió con parafilm ([Fischer et al., 2003](#)).

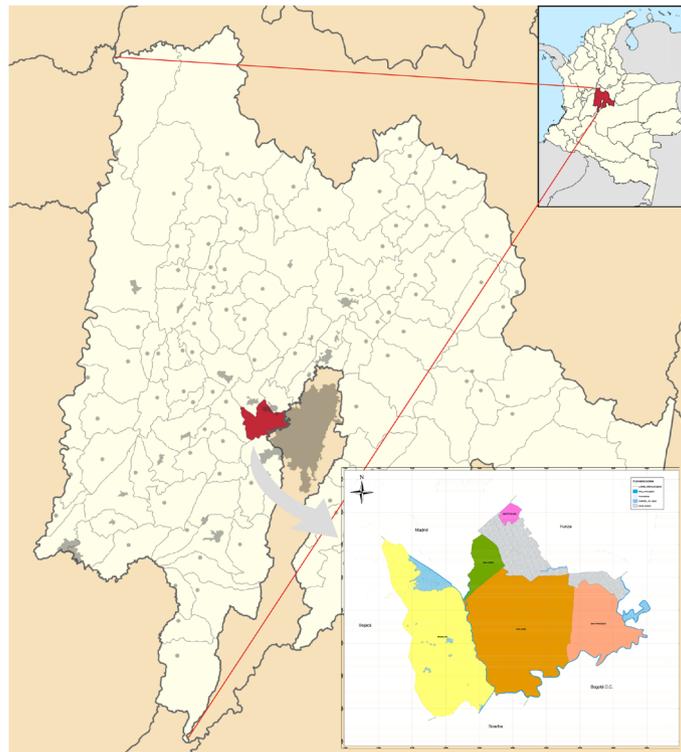


Figura 1. Localización del desarrollo de esta investigación AGROSAVIA C. I. Tibaitatá  
Fuente: Los autores

Como tratamiento control eran plántulas a las que se le realizó una herida en forma de T, teniendo en cuenta el utilizar un disco de PDA estéril y luego se envolvió parafilm. A todas las plantas se les colocó una mota de algodón estéril humedecida con agua destilada estéril.

### Material vegetal

Para esta investigación se utilizaron; ocho especies provenientes del Banco de Germoplasma de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA) C.I Palmira; siete accesiones de la Corporación centro para la gestión tecnológica de passiflora del departamento del Huila. (CEPASS) y 5 materiales colectados en el departamento de Boyacá (Tabla 1). Como control positivo fueron plántulas de granadilla variedad criolla y un control negativo fue una especie reportada como resistente cholupa (PM02) y plantas de uchuva. Todas las plantas que se evaluaron en este experimento tenían una edad de 2,5 a 3 meses. Al finalizar la evaluación se realizó un re aislamiento del patógeno de las plantas para cumplir con los postulados de Koch (Agris, 2005).

### Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones cada una conformadas por 10 plantas, cada planta fue una unidad experimental. El arreglo factorial fue de (20 x 1) primer factor fueron las accesiones evaluadas, el segundo el aislamiento inoculado *F. solani* f.sp. *passiflorae* (MV184). Se llevó un registro de la temperatura y de la humedad durante el experimento. Las plantas permanecieron a una temperatura de + 25°C y una humedad relativa del + 75%, con riego constante, durante todo el experimento las plantas se fertilizaron cada 15 días con el fertilizante Master 30-10-20 (En la Tabla 1 se menciona las diferentes accesiones evaluadas para la resistencia a la pudrición del cuello *F. solani* f.sp. *passiflorae*).

### Variables de respuesta

El estudio llevó un registro del porcentaje de severidad, incidencia, mortalidad, junto con el número de plantas enfermas, sanas, después de la inoculación. Con estos datos se calculó el área de progreso de la enfermedad en escalera

Tabla 1.  
Introducciones seleccionadas para la evaluación de resistencia

N.	Nombre de la especie	Accesión	Origen del material
1	<i>Passiflora maliformis</i> L	PM01	CEPASS (Huila)
2	<i>Passiflora maliformis</i> L	PM02	CEPASS (Huila)
3	<i>Passiflora maliformis</i> L	PM03	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
4	<i>Passiflora maliformis</i> L	PM04	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
5	<i>Passiflora ligularis</i> Juss	CP	CEPASS (Huila)
6	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	PQ05	CEPASS (Huila)
7	<i>Passiflora edulis</i> Sims	PE06	CEPASS (Huila)
8	<i>Passiflora edulis</i> Sims	PE07	COLECTA (Boyacá)
9	<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i> (Kunth) LHBailey	PM08	COLECTA (Boyacá)
9	<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i> (Kunth) LHBailey	PM09	COLECTA (Boyacá)
11	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg <i>purpurea</i>	PE011	CEPASS (Huila)
12	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	PE012	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
13	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	PE013	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
14	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg (hibrido)	PE014	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
15	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg (hibrido)	PE015	CORPOICA (C.I. Palmira)
16	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg (hibrido)	PE016	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
17	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg. (hibrido)	PE017	AGROSAVIA (C.I. Palmira)
18	<i>Passiflora alata</i> Curtis	PA018	CEPASS (Huila)
19	<i>Physalis peruviana</i> L.	CN	COLECTA (Boyacá)

Fuente: Puntos de colecta de los diferentes genotipos de *Passifloras* en Colombia realizado por los investigadores

(AUDPCs) para todas las accesiones según la metodología de [Simko y Piepho \(2012\)](#). La severidad se midió utilizando la escala propuesta por el Centro internacional de agricultura tropical (1987) para evaluar la severidad de la pudrición de cuello de la raíz en *Fusarium solani f. sp. phaseoli* en frijol.

Se cálculo del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPCs), para esto se utilizó el programa R, versión 3.4.3. Con los resultados de los (AUDPCs) de cada accesión, se le realizó un clustering usando el método de Ward, para el agrupamiento de acuerdo a la distancia Euclidiana y a su grado de disimilitud. Todos los datos se analizaron con el paquete estadístico XLSTAT 2016.02.28451, comparando el valor de las medias y se estableció las diferencias estadísticas ( $P < 0,001$ ) utilizando la prueba de Kruskal Wallis por ser datos no paramétricos para el valor de cada muestra independiente.

Se construyó las gráficas del AUDPC con cada observación que representa al área de un trapezoide, la suma de cada área daba como resultado un valor unitario para cada accesión según el grado de resistencia y o susceptibilidad a la enfermedad.

### 3. Resultados

De acuerdo, a los resultados se pudo agrupar las accesiones en cuatro grupos según el nivel de resistencia o susceptibilidad al patógeno, en resistentes, moderadamente resistentes, susceptibles y muy susceptibles. El periodo de incubación para las especies muy susceptibles fue entre 6 a 9 días, en este tiempo el 50% de las plantas presentaron síntomas iniciales de la enfermedad correspondían a las accesiones (CP, PQ05), otras que se clasificaron como muy susceptibles fueron las accesiones (PE06 y PE07 y PM01),

después de 8 a 12 días la mitad de las plantas manifestaron los primeros síntomas de la enfermedad, después de la inoculación (DPI). En contraste las plantas susceptibles el periodo de incubación fue mayor al anterior entre 10 a 21 días, se registró con las accesiones (PMO08, PM03, PMO09, PA018).

A diferencia de las especies moderadamente resistente, donde los síntomas se desarrollaron en un periodo entre 35 a 43 días manifestando clorosis y una leve disminución en el crecimiento, que corresponden a las accesiones (PM04, PE012, PE014, PE10 y PE13). Por último, para las plantas resistentes no se registró el desarrollo de los síntomas causados por *Fusarium solani f. sp. passiflorae*, que fueron (PM02, PE011, PE015, PE017 y CN), con diferencias altamente estadísticas que con otros tratamientos (Véase los resultados del periodo de incubación de las accesiones evaluadas en la [Figura 2](#)).

### Mortalidad

Otro parámetro se calculó durante el experimento fue el porcentaje de plantas muertas al finalizar el experimento al cabo de 70 días después de la inoculación. Según los resultados el mayor porcentaje de mortalidad se registró en plantas de granadilla CP (*Passiflora ligularis* Juss) y en badea PQ05 (*P. quadrangularis* L.), para este caso la mayoría de plantas murieron entre los 10 a 30 días después de la inoculación (DPI), con diferencias estadísticas con respecto a otras accesiones. En otras especies donde se registró un mayor porcentaje de mortalidad fue para dos accesiones de gulupa PE06 y PE07 (*P. edulis* Sims) entre 67 a 70%. Por último, para dos accesiones de cholupa PM01, PM03 (*P. maliformis* L.) y una de curubo PMO08, (*P. tripartita* var. *mollissima* (Kunth) LH Bailey), se registró una mortalidad entre un 37 a un 50%.

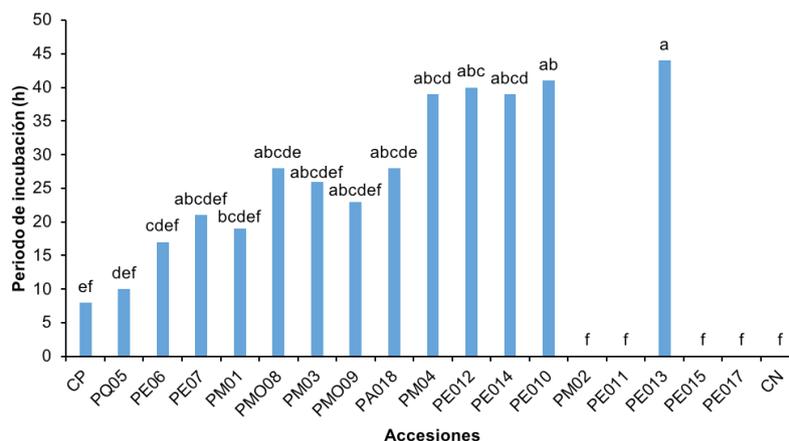


Figura 2. Periodo de incubación de 18 genotipos de Passifloras después de la inoculación con *Fusarium solani f.sp. passiflorae*. Fuente: Los autores

En las accesiones moderadamente resistentes se registró una mortalidad de tan solo el 6,5 %, eran las accesiones de cholupa PM04 (*P. maliformis* L.), maracuyá morado PE012 (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg *purpurea*) y maracuyá amarillo PE014 (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg). En Las plantas resistentes no se registró mortalidad después de la inoculación con el patógeno eran cinco genotipos de maracuyá (*P. edulis* f. *flavicarpa*) (PE10, PE11, PE13, PE15 y PE17), 2 accesiones de cholupa silvestre PM02 y PM03 (*P. maliformis* L.) y control negativo uchuva (*Physalis peruviana* L.) (Véase la [Figura 3](#), porcentaje de mortalidad entre las accesiones después de la inoculación con *F. solani* f.sp. *passiflorae*).

### Plantas sanas

Otro parámetro que se calculó fue el porcentaje de plantas sanas para cada una de las accesiones después de 70 días de la inoculación. Según los resultados las accesiones más resistentes fueron (PE10, PM02, PE011, PE013, PE015, PE017 y CN), ya que permanecieron sanas entre un 98 a 100 %, no se observó la manifestación de síntomas relacionados a la pudrición del cuello causada por *F. solani* f.sp. *passiflorae*, permaneciendo sanas hasta al final del experimento. Las accesiones que se clasificaron como moderadamente resistentes, permanecieron sanas entre un 62 a un 82%, hasta el final del experimento. Las accesiones susceptibles solo entre un 6 un 29% permanecieron sanas después de la inoculación. Para las especies altamente susceptibles no se registró ninguna planta sana al final de experimento ([Figura 4](#), se muestra el porcentaje de plantas sanas después de la inoculación con *F. solani* f.sp. *passiflorae*).

### Clasificación de las accesiones según el AUDPC

Los genotipos que se clasificaron como susceptibles pertenecen a la supersección, *Laurifolia* (2) y *Tacsonia* (4). Todos estos materiales provenían de cultivos comerciales de los departamentos del Huila y Boyacá. Las accesiones modera-

damente resistentes se clasifican en la supersección *Passiflora* (1) y cuatro como *Tacsonia*, son especies silvestres que en su gran mayoría crecen en climas cálidos, han presentado resistencia la sequía y a la salinidad. Las especies que se clasifican como resistentes se pertenecen a la supersección *Passiflora* 6 son diferentes genotipos de maracuyás (*P. edulis* f. *flavicarpa* *Deneger*), que pertenecen al banco de germoplasma de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria “AGROSAVIA” C.I. Palmira. La otra accesión que se clasificó como resistente fue una accesión cholupa (*P. maliformis* L.), se clasifican en la supersección *Tacsonia* es una especie silvestre que según lo relatado por agricultores de las zonas productoras en el departamento del Huila es resistente a este patógeno (Véase la [Tabla 2](#), resultado de la clasificación de la resistencia según el AUDPC).

### Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en escalera (AUDPCs)

En este experimento se calculó el AUDPCs para 18 genotipos *Passifloras* después de la inoculación con el aislamiento (MV184) de *Fusarium solani* f.s. *passiflorae*. Con el análisis antes descrito se pudo separar en cuatro grupos las accesiones de acuerdo a la susceptibilidad o resistencia al patógeno en un Dendograma que formo los grupos según su grado de disimilitud.

Los rangos comprenden entre 3206.42 - 4217.9 se clasificaron a las accesiones como susceptibles. Las accesiones que se clasificaron como moderadamente resistentes presentaron los siguientes rangos 778 - 2039.17. Por último, los rangos comprenden para los rangos de 0- 301 fueron para especies resistentes, que registraron un menor progreso de los síntomas. En las especies susceptibles se observó un rápido el progreso de la enfermedad por lo que registró los mayores valores en el AUDPCs, seguidas de las especies susceptibles, moderadamente resistentes y resistentes.

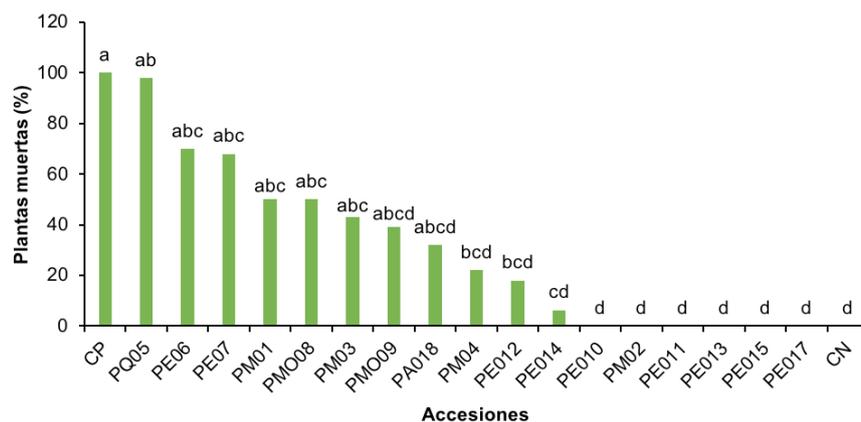


Figura 3. Porcentaje de plantas muertas de 18 genotipos de *Passifloras* después de la inoculación con *F. solani* f.sp. *passiflorae*. Fuente: Los autores

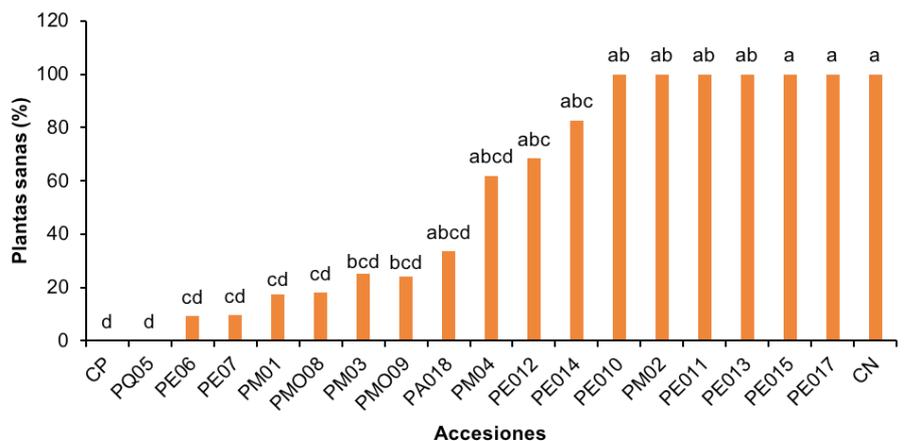


Figura 4. Porcentaje de plantas sanas de 18 genotipos de Passifloras después de la inoculación con *F. solani f.sp. passiflorae*. Fuente: Los autores

Tabla 2.

Resultados de la evaluación de resistencia según el AUDPC

N.	Accesión	AUDPC <sup>2</sup>	Supersección	Nombre científico	N.R <sup>3</sup>
1	CP	4217	Laurifolia	<i>Passiflora ligularis</i> Juss	S
2	PQ05	4105	Laurifolia	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	S
3	PE06	3976	Tacsonia	<i>Passiflora edulis</i> Sims	S
4	PE07	3579	Tacsonia	<i>Passiflora edulis</i> Sims	S
5	PM01	3577	Tacsonia	<i>Passiflora maliformis</i> L	S
6	PMO08	3206	Tacsonia	<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	S
7	PM03	2039	Tacsonia	<i>Passiflora maliformis</i> L	MR
8	PMO09	1121	Tacsonia	<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	MR
9	PA018	969	Tacsonia	<i>Passiflora alata</i> L.	MR
10	PM04	800	Tacsonia	<i>Passiflora maliformis</i> L	MR
11	PE012	778	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	MR
12	PE014	301	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	R
13	PE010	0	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	R
14	PM02	0	Tacsonia	<i>Passiflora maliformis</i> L	R
15	PE011	0	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>purpurea</i> O. Deg	R
16	PE013	0	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	R
17	PE015	0	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	R
18	PE017	0	Passiflora	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> O. Deg	R
19	CN	0	Solanoideae	<i>Physalis peruviana</i> L.	R

Fuente: Los autores

### Dendograma

Según los resultados del área debajo de la curva del progreso de la enfermedad en escalera (AUDPCs), para 18 especies de Passifloras inoculadas con *F. solani f.sp. passiflorae*. Se puede afirmar que el 33% de las accesiones fueron susceptible, el 27% fueron moderadamente resistente y por

último el 39% fueron resistentes. Estos resultados concuerdan con los cálculos del porcentaje de plantas enfermas, sanas y muertas.

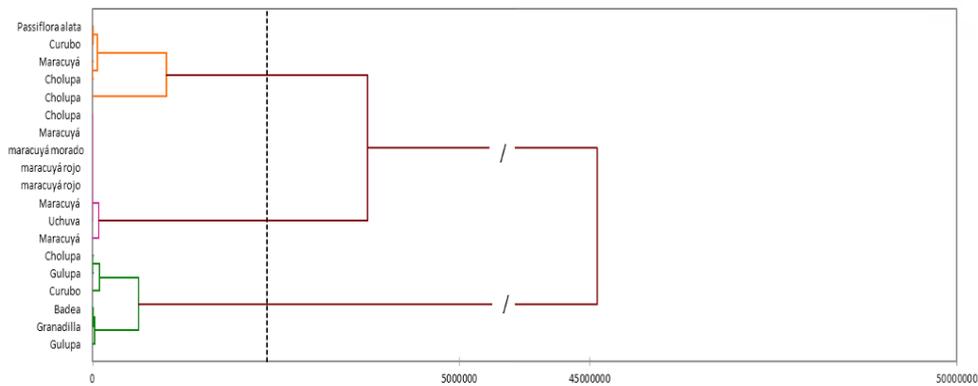
Con todos estos datos, se realizó por último análisis según los datos del AUDPCs, para cada accesión, se realizó un Dendograma que agrupo a cada accesión de acuerdo a los

**Síntomas**

valores de la disimilitud entre los datos. Se formó tres grupos el primero corresponde a las accesiones susceptibles, el segundo a los moderadamente resistentes y el último grupo a los resistentes. En el primer grupo está dividido en dos subgrupos (muy susceptibles y susceptibles), en el segundo grupo en un solo subgrupo y tercer grupo está dividido en dos grupos.

La explicación de estos resultados, fue porque una especie fue resistente mostró los menores valores según el AUDPCs y las otras que se clasificaron como resistentes no desarrollaron síntomas de la enfermedad por ello su valor fue 0 (Véase la [Figura 5](#), Dendrograma según la clasificación de los genotipos el AUDPCs).

Durante el experimento se llevó un registro fotográfico de los síntomas que manifestaron las plantas durante todo el experimento. Las plantas resistentes después de la inoculación con el patógeno, en los tallos se formó un tejido corchoso sobre la herida donde se hizo la inoculación, en las raíces permanecieron sanas y las plantas crecieron normalmente. En cambio, en las plantas susceptibles se mostró un rápido desarrollo de los síntomas que se concentraron en la base del tallo con la formación de un chancro y en las raíces se observó una necrosis en general y pobre crecimiento. En la [Figura 6](#), se muestra el registro fotográfico de la respuesta de una accesión resiste y una susceptible al patógeno.



**Figura 5.** Dendrograma según la clasificación.  
Fuente: Los autores



Plantas resistentes después de inoculación con *Fusarium solani f.sp. passiflorae*



Progreso de los síntomas en plantas susceptibles a *Fusarium solani f.sp. passiflorae*

**Figura 6.** Respuesta de 18 especies de *Passifloras* inoculadas con *F. solani passiflorae*  
Fuente: Los autores

#### 4. Discusión

Utilizar especies resistentes es la medida más fácil y efectiva para el control de por patógenos del suelo, desafortunadamente en Colombia no existe variedades de granadillas resistentes a *Fusarium solani f.sp. passiflorae* (Yamashiro y Cardoso, 1982; Tamayo, 1999). En una investigación realizada por Grench y Rijkenberg (1991), concluye que *Passiflora caerulea L.*, puede ser utilizada como patrón resistente a la pudrición del cuello en el cultivo de granadilla. También en trabajos hechos por Gardner (1989) identificó como resistente a este patógeno a *P. suberosa L.*, y puede utilizarse como patrón en granadilla.

En Colombia existe una gran diversidad de Passifloras, aproximadamente 187 especies que están agrupadas en diferentes géneros el 97% pertenece al género *Passiflora*, *Decaloba* y *Astropaeae* y el 3% restante pertenece las especies *Dyosmia*, *polyantheae*, entre otras (Ocampo, 2007). El género *Passiflora* en Colombia cuenta con una gran diversidad de especies que se localizan en la región Amazónica, Pacífica y el Caribe, pero la mayor diversidad de especies se encuentra en la región Andina con cerca del 72% todas las especies descritas, en donde el 48 de las especies son endémicas (Ocampo y Wyckuys, 2010). Esta variabilidad puede ser explotada en programas de mejoramiento genético y aumentar el rendimiento y productividad de los cultivos existentes. Por ello se realizó esta investigación que buscó identificar fuentes de resistencia a la pudrición del cuello (*Fusarium solani f.sp. passiflorae*) en el cultivo de granadilla.

Según investigaciones hechas por Galeano, Cerón y Arango (2018), realizaron una selección de los genotipos más promisorios de maracuyá de acuerdo, a 17 características relacionadas con productividad, calidad de los frutos como; la forma, color y porcentaje de sólidos solubles, para el mejoramiento genético con 30 materiales promisorios. En la actualidad se han adelantado investigaciones se han evaluado la compatibilidad entre cruce interespecíficos con diferentes genotipos comerciales y silvestres de maracuyá para procesos de mejoramiento genético (Ocampo, Arias y Urrea, 2016). Trabajos hechos por (Cerqueira et al., 2015) identificaron especies resistentes al virus Passion Fruit Woodiness Virus (PWV), a antracnosis y otras enfermedades usando marcadores 23 SSR junto, según los resultados de incidencia y de severidad en pruebas de patogenicidad

En trabajos hechos por Bernal, Ocampo y Hernández (2014), emplearon marcadores como los microsatélites para identificar 41 accesiones de granadilla que presentaron un alto grado de variabilidad sin una estructura poblacional definida, debido principalmente a su tipo de polinización que esta presenta (alógama). Estudios realizados por Ocampo, Arias y Urrea (2015), determinaron el grado de variabilidad

genética de frutos de granadilla (*Passiflora ligularis Juss.*) colectados de 35 municipios de 11 departamentos en Colombia. Identificaron accesiones elite para programas de mejoramiento genético. Los resultados mostraron que los frutos presentan una relativa variabilidad intraespecífica. Al final del experimento escogieron 7 accesiones donde los frutos presentaron características agronómicas de interés como: un mayor peso y tamaño. Desafortunadamente estas accesiones presentaron una baja productividad, esto debido a problemas fitosanitarios siendo los más importantes; a la pudrición de cuello (*Fusarium solani f.sp. passiflorae*), a la mosca del ovario (*Dasiops spp.*) y antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).

La resistencia de cada especie depende de procesos de reconocimiento específico al ataque de un patógeno y al activar mecanismos de defensa (Gunawardena y Hawes, 2002). Este proceso implica el reconocimiento de efectores y proteínas relacionadas a los patógenos, que desencadena una cascada de respuesta, por ejemplo, produciendo enzimas que degradan la pared celular de los patógenos como; las quitinasas y la  $\beta$ -1,2-glucanasas. La interacción de *F. oxysporum* en diferentes especies está bien estudiado se han identificado genes de resistencia en plantas de tomate y frijol (Sela et al., 2001; Van Loon y Pieterse, 2006).

La diferencia en la respuesta en las plantas al ataque contra plagas y enfermedades como las Passifloras, depende en gran parte de su incompatibilidad gametofítica en estas especies, lo que incrementa la posible resistencia a los patógenos. Un indicador de resistencia parcial a las enfermedades es un periodo prolongado de incubación (Van der Plank, 1963). Las accesiones moderadamente resistentes se registró un prolongado periodo de incubación, un menor porcentaje de plantas enfermas y muertas a diferencia del grupo de las especies susceptibles. Es posible, que las plantas resistentes presenten una alta variabilidad genética en las accesiones evaluadas en este estudio.

El cálculo de AUDPCs fue un buen indicador para diferenciar las accesiones, según el grado de resistencia o susceptibilidad a *Fusarium solani f.sp. passiflorae*. Los resultados demostraron en dos accesiones de cholupas (*Passiflora maliformis L.*) como resistentes a este patógeno. Otro resultado interesante que hay que destacar que cinco híbridos de maracuyás fueron PE014, PE015 Y PE016, fueron resistentes a la enfermedad podrían ser utilizados como portainjertos o en programas de mejoramiento genético para la transferencia de genes de resistencia. A esta misma conclusión llegaron investigadores como Dos Santos et al. (2013), donde evaluaron la resistencia de genotipos de Passifloras a *Fusarium oxysporum f.sp. passiflorae*, donde las accesiones más resistentes fueron diferentes híbridos de maracuyá.

En una investigación realizada por [Oliveira et al. \(2016\)](#) desarrollaron variedades resistentes a diferentes problemas fitosanitarios que afectan al cultivo de las *Passifloras*. En esa investigación realizaron cruces interespecíficos con los parentales como *P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg., con *P. mucronata* Lam. Con la progenie obtenida de este cruce se evaluó en pruebas de resistencia a *Fusarium solani*. Los resultados demostraron que los genotipos obtenidos de los cruces entre, *P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg. (susceptible) y *P. mucronata* Lam., (resistente), se obtuvo dos híbridos resistentes a este patógeno que puede ser retrocruzado con *P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg., o pueden ser empleado como portainjerto resistentes ([Borges et al., 2004](#)).

En la actualidad los programas de mejoramiento genético en el cultivo de granadilla todavía son muy escasos ([Ocampo et al., 2014](#)). Los pocos que existen en su mayoría se han realizado con *P. edulis* Sims y *P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg. ([Madeiros et al., 2017](#)). Para ello se debe considerar algunas características agronómicas en materiales que se deseen utilizar para cruzamientos genéticos o como portainjertos que se adapten a condiciones adversas como sequía, inundaciones, salinidad y resistencia a enfermedades. Con respecto a esto una especie como la maracua (*P. alata* L.), es resistente a *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* y tolerante a *Phytophthora* spp. ([Roncatto et al., 2004](#); [Fischer et al., 2005a](#)).

En estudios hechos por [Fischer et al. \(2005b\)](#) demostraron que esta especie presenta resistencia a *M. javanica* una mediana tolerancia condiciones de sequía y salinidad, pero es muy susceptible al ataque de nematodos como *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*, a la mancha de aceite (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), la roña (*Cladosporium herbarum*), a la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.)

La variabilidad genética de diferentes genotipos de maracuyás es la característica más notable el grado de susceptibilidad o resistencia a patógenos ([Delanoë, 1991](#)). En países como Brasil algunas accesiones de maracuyá presentan una moderada resistencia a diferentes especies de *Fusarium* ([Ssekyewa et al., 1999](#)). En reportes hechos por [Meneses \(1990\)](#); [Fisher et al. \(2005b\)](#); [De Oliveira et al. \(2015\)](#). Han demostrado que algunas especies de *Passifloras* son parcialmente afectadas por *Fusarium solani*, como *P. caerulea* L., *P. sidaefolia* M. Roem., *P. maliformis* L. y *P. cincinnata* Mast., en cambio *P. nítida* Kunth y *P. alata* L., son resistentes al ataque del este patógeno. Emplear especies como *P. alata* L. como portainjerto en el cultivo del maracuyá mejora la calidad de los frutos y aumenta la precocidad del cultivo y le confiere resistencia ante un exceso de humedad en el suelo ([Yamashiro y Landgraff, 1979](#)).

Las *Passifloras* presentan una gran variabilidad genética natural, estas son características muy importantes para tener en cuenta en programas de mejoramiento ([Oliveira et al., 2008](#)). Por lo tanto, se espera aumentar la frecuencia de alelos deseados de resistencia a *Fusarium*, a través de la recombinación entre las plantas resistentes. La exploración de este conocimiento en programas de mejoramiento genético permitirá emplear estos resultados para el desarrollo de variedades resistentes y así aumentar las zonas aptas para el cultivo y utilizarlos en el manejo de la pudrición del cuello en *Passifloraceas* en Colombia. Este trabajo permitió realizar una preselección de 6 accesiones que pueden ser clasificadas como resistentes que pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento genético en el cultivo de granadilla. ≡

### Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al laboratorio de Fitopatología de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “AGROSAVIA” C. I. Tibiatá, (anteriormente CORPOICA) por todo el apoyo para el desarrollo de esta investigación. Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación de esta investigación. A los Profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNAL): en especial a, Diego Miranda, Liliana Hoyos, Celsa García, Oscar Oliveros, Aquiles Dargan y Adriana Gonzales Almiro

### Referencias bibliográficas

1. AGRIOS George. N. Plant pathology. Department of Plant Pathology University of Florida. 5 edición. Florida USA: Editorial Elsevier Academic Press. 2005. 535-538 p.
2. BERNAL-PARRA, Natalia; OCAMPO-PEREZ, Jhon; HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, Javier. Caracterización y análisis de la variabilidad genética de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia empleando marcadores microsatélites. *Em: Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal* – SP. Setiembre 2014. v. 36, n. 3, p. 586- 597. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-251/13>
3. BORGES Alves; JUNQUEIRA Nilton; LAGE, Daniel Anacleto da Costa; ALMEIDA, Daniela A.; SILVA, Daniela M.; PEIXOTO, José Ricardo; FIALHO, Josefino de Freitas. Índices de cruzabilidade do maracujazeiro-azedo comercial (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) com espécies de *passifloras* silvestres e progenies de retrocruzamentos, visando a obtencao de resistencia a doencas e autocompatibilidade. *Embrapa Cerrados*. Brasil: Planaltina, 2004 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/567665>
4. CEDEÑO, L; PALACIOS P, E; MARQUES, J; TAVIRA, M. Nectria haematococca, el agente causante de la muerte súbita de la parchita en Venezuela. *En: Fitopatología Venezolana* 1990 pp: 15-18.

5. CERQUEIRA S., Carlos Bernard Moreno; JESUS NUNES DE, Onildo; OLIVEIRA, Eder Jorge; SANTOS, Elisa S.L.; SOUZA, André Portela. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. *Euphytic*. 2005 202, 345 359. <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1235-9>
6. COLE, D. L.; T. R. HEDGES; T. NDOWORA, A. wilt of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) caused by *Fusarium solani* y *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*. *Tropical Pest Management* 1992. vol. 38, p. 362-366. <https://doi.org/10.1080/09670879209371728>
7. CIAT. Anónimo Standard system for the evaluation of bean germless. Cali - Colombia: CIAT, 1987.
8. DELANOË, Olivia. Etude de la résistance de passiflores de Guyane française vis-à-vis de *Fusarium* pathogènes de la culture des fruits de la Passion (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). En: *Fruits*. 1991. vol. 46 no. 5 p. 593-600 <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=5053971>
9. DE OLIVEIRA, Eder Jorge; SANTOS Vanderlei da Silva; DE LIMA SOUZA, Diego; MACHADO, Marlos Dourado; LUCENA, Range Sales; NUNES MOTTA, Tiago Borges; CASTELLEN, Milena da Silva. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (2008) v. 43, pp. 1543-1549. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001100013>
10. DE OLIVEIRA FREITAS, Jósie Cloviane; VIANA, Alexandre Pio; AZEVEDO SANTOS, Eileen; ALMEIDA Claudia Lougon; DE LIMA E SILVA, Fernando Higinio; DO AMARAL Jr., Antonio Texeira; SOUZA, Margarete Magalhães; DIAS, Vicente Musse. Resistance to *Fusarium solani* and characterization of hybrids from the cross between *P. mucronata* and *P. edulis*. *Euphytica*. 2016. v. 208 n. 3: pp. 493-507. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1588-8>
11. DOS SANTOS SILVA, Aline; DE OLIVEIRA, Eder Jorge; HADDAD, Fernando; FERRAZ LARANJEIRA, Francisco; NUNES DE JESUS, Onildo; DE OLIVEIRA, Saulo Alves Santos; PEREIRA DE CARVALHO COSTA, Maria Angelica; DE FREITAS Juan Pablo Xavier. Identification of passion fruit genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Passiflorae* *Tropical Plant Pathology*, 2013. vol. 38, no. 3: p. 236-242. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762013005000008>
12. FISCHER, Ivan H; MARTINS, Marice C; LOURENCO, Silvia A; KIMATI, Hiroshia; MORIM, Lilian. Reação de espécies de *Passiflora* à podridão do colo, causada por *Fusarium solani* e *Phytophthora nicotianae*. Em: *Fitopatologia Brasileira* 2003. v. 28 n. 1 p. 271.
13. FISCHER, Ivan H.; REZENDE, Jorge; NALDI FILHO Norton; DA SILVA, José. R. Ocorrência de *Nectria haematococca* em maracujazais no estado do Rio de Janeiro e resistência de *Passiflora mucronata* ao patógeno. Em: *Fitopatol. Bras.* Dez 2005a. v. 30, n. 6. p. 671. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000600021>
14. FISCHER, Ivan H.; LOURENCO, Silvia A.; MARTINS, Marice C.; KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. Em: *Fitopatol. Bras.* 2005b. v. 30, n. 3. pp. 250-258. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000300006>
15. FISCHER, Ivan H.; REZENDE, Jorge A. M. Diseases of Passion Flower (*Passiflora* spp.). *Pest Technology* 2008 v. 2 n. 1, pp 1-19. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOOnline/images/0812/PT\\_2\(1&2\)/PT\\_2\(1\)1-19o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOOnline/images/0812/PT_2(1&2)/PT_2(1)1-19o.pdf)
16. GARDNER, Donald E. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* to Banana Poka and other *Passiflora* spp. In *Hawaii. Plant disease* 1989. v. 73, pp. 476-478. [https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1989Articles/PlantDisease73n06\\_476.PDF](https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1989Articles/PlantDisease73n06_476.PDF)
17. GALEANO MENDOZA, C. H.; CERÓN SOUZA, I.; ARANGO, L. V., Agronomic evaluation of a Colombian passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) germplasm collection. In: *Agronomy Research*. 2018. v.16 n.4, pp. 1649 1659 <https://doi.org/10.15159/AR.18.190>
18. GRECH, NM.; RIJKENBERG, F.H.J. Laboratory and field evaluation of the performance of *Passiflora caerulea* as a rootstock tolerant to certain fungal root pathogens. In: *Journal of Horticultural Science*. 1991. vol. 66. p 725-729 1991. <https://doi.org/10.1080/00221589.1991.11516204>
19. GUNAWARDENA, Uvini; HAWES, Martha C. Tissue Specific Localization of Root Infection by Fungal Pathogens: Role of Root Border Cells. *Molecular Plant Microbe Interactions* 2002 v. 15, n.11, pp. 1128-1136. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/MPMI.2002.15.11.1128>
20. LESLIE, Jhon F.; SUMMERELL, Brett A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Illustrated by Suzanne Bullock. Publishing Blackwell. Blackwell Publishing Professional. New York: E.E.U.U. v. 1 2006. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470278376> <https://doi.org/10.1002/9780470278376.fmatter>
21. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MADR (2019a). Análisis-estadísticas. <http://www.agronet.gov.co>
22. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MADR Cadena de passifloras. Indicadores e Instrumentos mayo - junio 2018. Bogotá 2019. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2018-05-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
23. MENEZES J. Selecao 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. Tesis de Maestría - Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias - Campus de Jaboticabal, Universidad Estadual Paulista. Brasil. 1990
24. OCAMPO PÉREZ, John. Study of the genetic diversity of genus *Passiflora* L. and its distribution in Colombia. Thèse pour l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier - SupAgro2007. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1073.7126>
25. OCAMPO PÉREZ, Jhon; LÓPEZ CARDONA N, Nathali; WYKHUYA, Kris; SALAZAR, Mauricio; SOLANO, Rafael; FONSECA, Marco; ARANZALES, Ericson; VILLEGAS ESTRADA, Bernardo. Mejoramiento participativo del maracuyá, la gulupa y la granadilla para mejorar los sistemas de producción en Colombia. CIAT, Universidad de Caldas. CIIA, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Casa Luker, Universidad Nacional sede Palmira, Colombia. 2014. [https://www.researchgate.net/publication/331907648\\_Mejoramiento\\_participativo\\_del\\_maracuya\\_la\\_gulupa\\_y\\_la\\_granadilla\\_para\\_mejorar\\_los\\_sistemas\\_de\\_produccion\\_en\\_Colombia\\_Materiales\\_y\\_metodos](https://www.researchgate.net/publication/331907648_Mejoramiento_participativo_del_maracuya_la_gulupa_y_la_granadilla_para_mejorar_los_sistemas_de_produccion_en_Colombia_Materiales_y_metodos)
26. OCAMPO PÉREZ, Jhon; WYCKUYS, Kris. Mejoramiento genético participativo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. En: *Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Passiflora*. p.3 Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Passifloras de Colombia (CEPASS), Neiva, Colombia. 2010. <https://docplayer.es/12364771-Memorias-primer-congreso-latinoamericano-de-passiflora.html>
27. OCAMPO PÉREZ, Jhon; ARIAS, Juan Carlos; URREA, Ramiro. Colecta e identificación de genotipos élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. En: *Revista Colombiana de Ciencias hortícolas*. 2015 v. 9, n.1. pp. 9-23. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3742>

28. OCAMPO PÉREZ, Jhon; ARIAS, Juan Carlos; URREA, Ramiro. Interspecific hybridization between cultivated and wild species of genus *Passiflora* L. In: *Euphytica* 2016. pp. 209, 395-408. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1647-9>
29. ORTÍZ, Emiro; HOYOS, C.Liliana M. Etiología de enfermedades asociadas a fusariosis en el cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en la región del Sumapaz. (Tesis de maestría). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Colombia. 2010. <https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i1.1277>
30. PLOETZ, R. C. Sudden wilt of passionfruit in southern Florida caused by *Nectria haematococca*. In: *J-GLOBAL - Plant Disease*. Oct. 1991. v. 75, no. 10 pp. 1071-1073. [https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL\\_ID=200902070456216110](https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=200902070456216110)
31. RONCATTO, Givanildo; DE OLIVEIRA, João Carlos; RUGGIERO, Carlos; Filho GCN, Centurion MAPC, Ferreira FR Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto á morte prematura. Em: *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2004 v. 26 n.3, pp :552-554 <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000300044>
32. SELA-BUURLAGE, Marianne.; BUDAI-HADRIAN, Ofra; PAN, Quan-ke.; CARMEL-GOREN, Leal; VUNSCH, R.; ZAMIR, Dani; FLUHR, Roberth. Genome-wide dissection of *Fusarium* resistance in tomato reveals multiple complex loci. *Mol. In: Genet. Genomics*. 2001. vol. 265 p. 1104-1111 <https://doi.org/10.1007/s004380100509>
33. MEDEIROS DA SILVA, Roseano; DE QUEIROZ AMBRÓSIO, Márcia Michelle; MENEZES DES AGUIAR, A; FALEIRO GELAPE, Fabio; SANTOS CARDOSO, Acleide Maria M.; MENDONÇA, Vander. Reação de cultivares de maracujazeiro em áreas com fusariose. Em: *Summa Phytopathologica*. Apr-Jun, 2017. vol. 43, no. 2 p. 98-102. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2217>
34. SIMKO, Iván; PIEPHO, Hans-Peter. The area under the disease progress stairs (AUDPS): Calculation, advantage, and application. In: *Phytopathology*. 2012. v.102, pp. 381-389 <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-07-11-0216>
35. SSEKYEWA C.; FINA OPIO, A; SWINBURNE, T.R, VAN DAMME P.L.J.; ABUBAKAR Z.M. Sustainable management of collar rot disease of passion fruits in Uganda. In: *International Journal of Pest Management*. 1999. v.45, n.3. pp. 173-177. <https://doi.org/10.1080/096708799227761>
36. VAN DER PLANK J.E. *Plant Disease. Epidemic and control*. New York NY. USA.:Academic Press. 1963.
37. VAN LOON, L. C.; REP, M.; PIETERSE C.M.J. Significance of Inducible Defense-related Proteins in Infected Plants. *Annu. In: Annual Review of Phytopathology*. Sept. 2006. v. 44, n. 1 pp. 35-62 <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.44.070505.143425>
38. TAMAYO, Pablo Julian. Estudio para el control de la secadera (*Nectria haematococca* Berk. & Br.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.): Evaluación de patrones existentes y prácticas de manejo integrado (Informe Técnico). Rionegro Colombia. Editorial Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 1999. <https://library.co/document/qvljwgdy-haematococca-granadilla-passiflora-ligularis-evaluacion-existent-practicas-integrado.html>
39. YOCKTENG, Roxana; COPPENS D'ECKENBRUGGE, Geo; SOUZA-CHIES, Tatiana. *Passiflora* L. En: Chittaranjan, K. (ed.). *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources. tropical and subtropical fruits*. 2011. Berlin, Germany: Springer Verlag. <https://www.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/gp/book/9783642204463>