



# PASIFLORAS

especies cultivadas en el mundo

Adalberto Rodríguez Carlosama  
Fábio Gelape Faleiro  
Marisol Parra Morera  
Ana Maria Costa

*Editores técnicos*



Prolmpress  
Cepass

# PASIFLORAS

especies cultivadas en el mundo

## **Editores técnicos**

*Adalberto Rodríguez Carlosama*  
*Fábio Gelape Faleiro*  
*Marisol Parra Morera*  
*Ana Maria Costa*

Prolmpress  
Cepass

Brasília, DF  
2020

**Normalización bibliográfica**

Letícia Gomes Teófilo da Silva - CRB 1/3098

**Diseño gráfico, diagramación y portada**

Prolmpress

**Foto de la portada**

Piensa Positivo Estudio de Diseño

**1ª edición**

E-book (2020)

**Todos los derechos reservados**

La reproducción no autorizada de esta publicación, en su totalidad o en parte, constituye una violación de los derechos de autor (Ley no 9.610).

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP)**

---

P282b Pasifloras: especies cultivadas en el mundo / Editores técnicos, Adalberto Rodríguez Carlosoma, Fábio Gelape Faleiro, Marisol Parra Morera, Ana Maria Costa. - Brasília, DF : Prolmpress - Gráfica e Comunicação Visual, 2020.

249 p.: il.

ISBN 978-65-991179-0-9

1. Maracuyá. 2. Passiflora – Variedades y cultivares. 3. Passiflora – Características morfológicas. 4. Passiflora – Importancia económica y social. I. Carlosoma, Adalberto Rodríguez. II. Faleiro, Fábio Gelape. III. Morera, Marisol Parra. IV. Costa, Ana Maria. V. Título.

CDD 634  
CDU 634.425

# Autores

## **Adalberto Rodríguez Carlosama**

Ingeniero Agrónomo, magister en Ciencias Agrarias, investigador de La Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS).

## **Ana Maria Costa**

Ingeniera Agrónoma, doctora en Patología Molecular, investigadora de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

## **Aria Molnar Alonso**

Ingeniera Agrónoma, doctora en Producción Vegetal, , investigadora de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

## **Carlos Edwin Carranza Gutierrez**

Ingeniero Agrónomo y Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia. Docente del Programa de Agronomía e Investigador Asociado (Minciencias) en la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Bogotá).

## **Claudia Patricia Téllez Villamizar**

Ingeniera Agrícola, Magister en Agricultura Tropical e Internacional con énfasis en Socioeconomía del Desarrollo Rural. Centro de Biotecnología Agropecuaria CBA de SENA, Mosquera Cundinamarca.

## **Cristina de Fátima Machado**

Ingeniera Agrónoma, doctora en genética y mejoramiento, investigadora de Embrapa Mandioca y Fruticultura, Cruz de las Almas, BA.

## **Diego Miranda Lasprilla**

Ingeniero Agrónomo, Doctor en Rerum Horticulturarum, profesor asociado a la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

## **Edna Tomiko Myiake Kato**

Bacharel em Farmácia e Bioquímica, doutora em Fármacos e Medicamentos. Professor doutor da Universidade de São Paulo.

## **Eduardo Augusto Girardi**

Ingeniero Agrónomo, doctor en Agronomía - Fitotecnia, Investigador de Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz de las Almas, BA.

## **Elfriede Marianne Bacchi**

Bacharel em Farmácia e Bioquímica, doutora em Farmacologia. Professor titular da Universidade de São Paulo.



### **Fábio Gelape Faleiro**

Ingeniero Agrónomo, doctor en Genética y mejoramiento, investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

### **Francisco Pinheiro de Araújo**

Ingeniero Agrónomo, Doctor en Horticultura, analista jubilado de Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **Gerhard Fischer**

Ingeniero Hortícola, Doctor en Ciencias Agrarias, profesor titular, jubilado de la Universidad Nacional.

### **Jamile da Silva Oliveira**

Ingeniera Agrónoma, doctora en Agronomía, Bolsita de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

### **John Albeiro Ocampo P.**

Ingeniero Agrónomo, Doctor en Fitomejoramiento, profesor de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Valle del Cauca.

### **José Andrés Puentes Capera**

Administrador de Empresas Agropecuarias, líder emprendedor de la Cooperativa Departamental de Cholupas del Huila. Rivera, Huila.

### **Keize Pereira Junqueira**

Ingeniera Agrónoma, doctora en patología, investigadora de Secretaria de Inovação e Negócios da Embrapa, Brasília, DF.

### **Lucas Kennedy Silva Lima**

Graduado en Ciencias Agrarias, Doctor en Ciencias Agrarias, Becado en Embrapa Mandioca y Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

### **Luz Marina Melgarejo**

Bióloga, Doctora en Ciencias Químicas, profesora titular de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, departamento de Biología.

### **Marisol Parra Morera**

Ingeniera Agrícola, Magister en Gerencia de Innovación Empresarial, Coordinadora de Proyectos de la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), Neiva, Colombia.

### **Michelle Souza Vilela**

Ingeniera Agrónoma, Doctora en Agronomía, profesora de la Universidad de Brasilia, Brasilia, DF.

### **Natoniel Franklin de Melo**

Biólogo, Doctor en Ciencias Biológicas, Investigador de Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **Nelson Pires Feldberg**

Ingeniero Agrónomo, Magister en Agronomía, analista de Embrapa Clima Temperado, Canoinhas, SC.

### **Nilton Tadeu Vilela Junqueira**

Ingeniero Agrónomo, doctor en fitopatología, investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

### **Omar Camilo Quintero**

Biólogo, Productor de frutas exóticas y gerente de la Comercializadora Disfruta Las Feijoas, Bogotá.

### **Onildo Nunes de Jesus**

Ingeniero Agrónomo, doctor en genética y mejoramiento de plantas, investigador de Embrapa Mandioca y fruticultura, Cruz de las Almas, BA.

### **Oscar David Rodríguez Carlosama**

Ingeniero Agrónomo, Asistente Técnico de la Unidad de Propagación vivero Biopass, San Agustín, Huila.

### **Raul Castro Carriello Rosa**

Ingeniero Agrónomo, doctor en producción vegetal, investigador de Embrapa Agrobiología, Seropédica, RJ.

### **Saulo de Tarso Aidar**

Biólogo, Doctor en Fisiología y Bioquímica de Plantas, Investigador de Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **Sergio Agostinho Cenci**

Ingeniero Agrónomo, doctor en Ciencia de los Alimentos, investigador de Embrapa Agroindustria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

### **Taliane Leila Soares**

Ingeniera Agrónoma, doctora en ciencias agrarias / Fitotecnia, Bolsista (PNPD / Capes), Cruz de las Almas, BA.

### **Tatiana Góes Junghans**

Ingeniera Agrónoma, doctora en Fisiología Vegetal, Investigadora de Embrapa Mandioca y Fruticultura, Cruz de las Almas, BA.



*Dedicamos este libro a todos los productores de Pasifloras  
presentes en todos los continentes del mundo.*







## Presentación

Este libro hace parte de las memorias del III Congreso Latinoamericano y I Congreso Mundial de Pasifloras, realizado en Neiva, Huila, Colombia en 2017. El evento fue organizado por la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (Cepass), la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y la Federación Colombiana de Pasifloras (Fedepasifloras) con el objetivo general de promover un intercambio de conocimientos entre investigadores, profesores, estudiantes, técnicos y productores de los principales países que cultivan comercialmente diferentes especies del género *Passiflora*. En este libro, se hace un relato de las características morfológicas y agronómicas de las principales especies de pasifloras cultivadas en el mundo.



# Sumário

<b>CAPÍTULO 1 - Maracuyá: <i>Passiflora edulis</i> Sims</b> .....	15
Importancia económica y social .....	17
Características morfológicas .....	18
Variedades y cultivares disponibles .....	19
Plantación del cultivo y principales manejos culturales .....	20
Cosecha y poscosecha .....	24
Vías de comercialización y agregación de valor .....	26
Bibliografía citada .....	28
<b>CAPÍTULO 2 - Maracuyá dulce: <i>Passiflora alata</i> Curtis</b> .....	31
Importancia económica y social .....	33
Características morfológicas .....	35
Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial .....	35
Variedades y cultivares disponibles .....	36
Importancia del cultivo y principales manejos culturales .....	38
Principales enfermedades e insectos plaga .....	41
Cosecha y poscosecha .....	42
Vías de comercialización y agregación de valor .....	44
Bibliografía citada .....	44
<b>CAPÍTULO 3 - Maracuyá Perla: <i>Passiflora setacea</i> DC</b> .....	47
Introducción .....	49
Germinación y producción de plántulas .....	50
Cultivo .....	51
Floración y fructificación .....	54
Cosecha y poscosecha .....	56
Composición fitoquímica de la pulpa .....	57
Frutos y productos a base de <i>Passiflora setacea</i> .....	60
Bibliografía citada .....	61
<b>CAPÍTULO 4 - Granadilla: <i>Passiflora ligularis</i> Juss</b> .....	65
Importancia económica y social .....	67
Características morfológicas .....	67
Criterios para establecimiento de un proyecto productivo de granadilla .....	68
Criterios físicos y ecofisiología del cultivo .....	68
Condiciones edáficas para el establecimiento .....	70
Caracterización ecofisiológica para el cultivo de granadilla .....	71
Variedades y cultivares disponibles .....	72
Producción de plántulas en vivero .....	74
Establecimiento del huerto y manejo integral del cultivo .....	76
Sistemas de cultivo .....	77
Sistemas de soporte .....	77

Emparrado .....	77
Manejo integral del cultivo.....	80
Estados fenológicos en el cultivo de granadilla.....	80
Fenología de la fase vegetativa .....	80
Fenología de la fase reproductiva .....	81
Podas en el cultivo .....	84
Nutrición .....	84
Principales enfermedades e insectos plagas .....	85
Enfermedades y su manejo .....	86
Antracnosis.....	86
Pudrición del cuello-secadera.....	86
Moho gris, moho café, mal de hilachas.....	87
Mancha Ojo de pollo.....	87
Virus de la hoja morada .....	87
Bacteriosis.....	88
Plagas de importancia y su manejo.....	89
Mosca del botón floral ( <i>Dasiops curabae</i> y <i>Dasiops gracilis</i> ) .....	89
Trips ( <i>Thrips</i> spp).....	89
Araña roja ( <i>Tetranychus</i> sp) .....	90
Manejo de arvenses.....	90
Estreses abióticos en granadilla .....	90
Salinidad .....	90
Disturbios fisiológicos .....	91
Golpe de sol.....	91
Cuarteamiento del fruto .....	91
Caída de estructuras florales y aborto de frutos .....	91
Cosecha y poscosecha .....	92
Comercialización.....	93
Bibliografía citada .....	95

## **CAPÍTULO 5 - Curuba: *Passiflora tripartita* var. *mollissima* y**

<b><i>Passiflora tarminiana</i></b> .....	105
Introducción.....	107
Características morfológicas.....	107
Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial de curuba.....	108
Variedades y cultivares .....	109
Establecimiento y manejo del cultivo .....	110
Principales enfermedades e insectos-plagas .....	114
Cosecha y poscosecha .....	116
Comercialización y valor agregado .....	118
Bibliografía citada .....	120

## **CAPÍTULO 6 - Cholupa: *Passiflora maliformis* L.....**

Importancia económica y social .....	125
Características morfológicas.....	125
Establecimiento del cultivo y principales prácticas de manejo cultural.....	129
Principales plagas y enfermedades del cultivo .....	132

Cosecha y poscosecha .....	135
Vías de comercialización y agregación de valor.....	135
Bibliografía citada .....	138
<b>CAPÍTULO 7 - Gulupa: <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i></b> .....	139
Importancia económica y social .....	141
Características morfológicas .....	142
Biología reproductiva.....	143
Condiciones de clima y suelo para su cultivo comercial .....	144
Variedades o cultivares disponibles .....	145
Establecimiento del cultivo y principales manejo culturales .....	146
Principales enfermedades e insectos plaga.....	149
Cosecha y poscosecha .....	153
Vías de comercialización y agregación de valor.....	154
Bibliografía citada .....	155
<b>CAPÍTULO 8 - Badea: <i>Passiflora quadrangularis</i> L.</b> .....	159
Importancia económica y social .....	161
Características morfológicas .....	161
Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial .....	162
Variedades y cultivares disponibles.....	163
Implementación del huerto y principales tratamientos culturales .....	163
Principales enfermedades e insectos-plaga.....	165
Cosecha y poscosecha .....	165
Vías de comercialización y valor agregado .....	165
Bibliografía citada .....	166
<b>CAPÍTULO 9 - Maracuyá de la Caatinga: <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.</b> .....	169
Importancia económica y uso potencial.....	171
Características morfológicas .....	172
Diversidad genética, cariológica y molecular .....	175
Características ecofisiológicas.....	177
Condiciones de clima y suelo para el cultivo .....	177
Cultivares disponibles.....	179
Importancia del cultivo y principales manejos culturales .....	179
Riego.....	181
Plagas y enfermedades.....	181
Cosecha y agregación de valor .....	182
Bibliografía citada .....	184
<b>CAPÍTULO 10 - Maracuyá Suspiro: <i>Passiflora nitida</i> Kunth</b> .....	187
Importancia económica y social .....	189
Características Morfológicas .....	189
Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial .....	192
Variedades y cultivares disponibles.....	193
Plantación del cultivo y principales manejos culturales .....	195



Principales enfermedades e insectos plaga .....	196
Cosecha y poscosecha .....	196
Vías de comercialización y agregación de valor.....	197
Bibliografía citada .....	197

**CAPÍTULO 11 - *Passiflora incarnata* L. y otras especies silvestres con potencial fitoterápico.....**

Introducción.....	199
<i>Passiflora incarnata</i> .....	201
Producción de plántulas y cultivo.....	203
Cosecha y poscosecha.....	204
Fitocomposición y propiedades medicinales.....	205
Producción de <i>Passiflora incarnata</i> en Brasil .....	206
Comportamiento en relación a las principales plagas y enfermedades .....	207
Uso de la <i>P. incarnata</i> en el mejoramiento del maracuyá ácido ( <i>P. edulis</i> Sims "flavicarpa") como fuente de resistencia a virosis del endurecimiento de los frutos y la bacteriosis.....	207
Resultados parciales del uso de <i>P. incarnata</i> en el programa de mejoramiento.....	208
<i>Passiflora caerulea</i> .....	209
Producción de plantulas y cultivo.....	211
Reacción a plagas y enfermedades .....	212
Cosecha y poscosecha.....	212
Composición fitoquímica y propiedades medicinales.....	212
<i>Passiflora tenuifila</i> .....	214
Producción de plántulas y cultivo.....	215
Cosecha y poscosecha .....	217
Composicion fitoquímicas y propiedades fitoterápicas.....	217
<i>Passiflora biflora</i> Lam. ....	218
Producción de plántulas y cultivo.....	219
Reacción a plagas y enfermedades .....	220
Composición fitoquímica y propiedades fitoterápicas .....	220
Bibliografía citada .....	220

**CAPÍTULO 12 - Especies de *Passiflora* L. para usar como portainjertos.....**

Introducción.....	229
La marchitez de la fusariosis del maracuyá .....	230
La injertación del maracuyá.....	231
Etapas de producción de plántas injertadas de pasifloras .....	233
Bibliografía citada .....	236

**CAPÍTULO 13 - Especies y cultivares utilizados como plantas ornamentales .....**

Importancia económica y social .....	243
Características morfológicas.....	244
Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial .....	247
Variedades y cultivares disponibles.....	252
Implementación y principales manejos culturales .....	253
Principales plagas y enfermedades.....	253
Vías de comercialización y agregación de valor.....	254
Bibliografía citada .....	255



Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira



Foto: Onildo Nunes de Jesus

## **CAPÍTULO 1**

### **Maracuyá: *Passiflora edulis* Sims**

Fábio Gelape Faleiro  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Onildo Nunes de Jesus  
Sérgio Agostinho Cenci  
Cristina de Fátima Machado  
Raul Castro Carriello Rosa  
Ana Maria Costa  
Keize Pereira Junqueira  
Tatiana Góes Junghans





## Importancia económica y social

El maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) es la especie que presenta mayor importancia comercial y económica en Brasil. Este maracuyá es conocido como maracuyá ácido o maracuyá amarillo, siendo el más comercializado en Brasil debido a las cualidades de sus frutos y a su mayor rendimiento industrial. Brasil es actualmente, el mayor productor y consumidor mundial de maracuyá ácido. El inicio de la producción comercial de esta especie fue al final de la década de 1960, cuando los primeros huertos fueron instalados (Meletti, 2011). Actualmente el área plantada en Brasil es de 41 mil hectáreas y la producción de aproximadamente 554 mil toneladas (IBGE, 2019). Además de Brasil, el maracuyá ácido es cultivado en otros países de las regiones tropicales y subtropicales como Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela; algunos países de América Central, de África, además de Australia (Faleiro et al., 2017).

La comercialización del maracuyá es hecha en mercado *in natura* o de frutas frescas y en el mercado para procesamiento agroindustrial. Se estima que 60% del maracuyá ácido producido en Brasil se destina al mercado de frutas frescas y 40% para la agroindustria (Meletti, 2011). En cuanto a la exportación, el volumen de fruta fresca o jugo exportado por Brasil es pequeño al compararlo con otras frutas, ya que el mercado interno absorbe casi la totalidad de la producción (Faleiro et al., 2017). En Brasil, la exportación ha sido principalmente en la forma de jugo integral, siendo que los principales destinos son los países europeos, principalmente a Holanda y Alemania, además de Estados Unidos, Puerto Rico y Japón. Actualmente, Ecuador y Perú son los mayores exportadores de maracuyá e EUA, China y Alemania los mayores importadores (Adex Data Trade, 2020)..

En relación a la productividad, el promedio brasilero está en torno de 14 t/ha/año, muy inferior al potencial del cultivo, el cual es superior a 50 t/ha/año en condiciones de campo y de 100 t/ha/año en invernadero (Faleiro et al., 2008a; 2019). Las causas de la baja productividad están relacionadas a la no utilización de cultivares genéticamente mejorados obtenidas por programas de mejoramiento genético realizados por instituciones públicas y privadas, así como a la no adopción de prácticas adecuadas de manejo del cultivo como las podas, fertilizaciones, riego, polinización manual y control integrado de plagas y enfermedades (Embrapa, 2014). La mayoría de los cultivos de maracuyá ácido son establecidos por pequeños y medianos fruticultores con bajo nivel tecnológico.

El cultivo del maracuyá ácido es considerado una alternativa de alto riesgo, debido al elevado costo de producción, la alta susceptibilidad a enfermedades y la alta fluctuación de precios relacionados a la época del año y la exigencia de la calidad de los mercados consumidores. A pesar de esto, se puede afirmar que el cultivo es una buena opción para los fruticultores para generar unos ingresos semanales a lo largo de todo el año, presentando diferentes opciones de mercado y agregación de valor al producto. Existen varios ejemplos de éxito económico en la producción de maracuyá, principalmente cuando el fruticultor adopta prácticas adecuadas de manejo del cultivo.

Desde el punto de vista social, los cultivos de maracuyá se convierten en importantes alternativas para la agricultura familiar y también para la generación de mano

de obra en el campo. Especialistas calculan que cada hectárea de maracuyá genera de 3 a 4 empleos directos y ocupa 7 a 8 personas, en los diversos eslabones de la cadena productiva, generando aproximadamente 500 mil empleos en Brasil. Por ser un cultivo semi-perenne con ciclo superior a 2 años, los empleos generados en el campo presentan una cierta continuidad.

## Características morfológicas

Las plantas de maracuyá ácido son trepaderas herbáceas de tallos cilíndricos verdes o púrpuras (rojizos), pudiendo alcanzar 5 a 10 m de longitud (Teixeira, 1994). Esta característica de la especie con crecimiento exuberante exige un tipo de soporte para el desarrollo de la planta. Las plantas presentan crecimiento vigoroso y continuo (indeterminado), sistema radical superficial, longevidad de 2 a 5 años, dependiendo de las condiciones fitosanitarias de las plantas.

Las hojas de esta especie son normalmente lanceoladas y trilobadas (Figura 1), aunque puede hacer heterofilia, o sea, diferentes tipos de hojas en la misma planta (Jesus et al., 2015). Las flores son hermafroditas, grandes, vistosas con coloración de los sépalos y pétalos predominantemente blanca y con anillos coloridos (normalmente púrpuras) en los filamentos de la corona (Figura 1). En el centro de la flor, existe el androginóforo columnar bien desarrollado con un ovario globoso, unilocular y multi-ovulado. La estructura femenina tiene tres estilos conectados en la base, con estigmas capitados. La estructura masculina es formada por cinco estambres, con filetes conectados en la base con anteras dorsofijas y versátiles. Normalmente, la apertura de la flor ocurre en el periodo vespertino (tarde), siendo que el estímulo a la floración ocurre en los días más largos (> 11 horas de luz) y temperaturas elevadas (> 20°C). Los frutos son normalmente amarillos, aunque pueden haber variaciones de colores de amarillo-anaranjado hasta morado. Ocurren también variaciones en la masa media de los frutos, dependiendo del cultivar y de las condiciones de manejo. En cultivos comerciales es común frutos con 150 a 300 g, con grosor de la cáscara de 0,5 a 1,0 cm y rendimiento de la pulpa superior de 35% y contenidos de Sólidos Solubles Totales (SST) de 10 a 15° Brix.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro, Onildo Nunes de Jesus y Nilton Tadeu Vilela Junqueira.

**Figura 1.** Hojas, flores y frutos de maracuyá, *Passiflora edulis* Sims.



## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

Para producir bien, el maracuyá ácido necesita de temperaturas tropicales, superiores de 15°C (ideal de 23 °C a 25°C) y lluvias bien distribuidas a lo largo del año. Bajo riego, el maracuyá produce muy bien en las regiones con periodos secos. Las lluvias fuertes y prolongadas perjudican la polinización, el desarrollo de los frutos y aumenta la incidencia de plagas y enfermedades. Temperaturas inferiores a 15°C por más de 5 horas consecutivas provocan la caída de botones florales y de los frutos jóvenes, reducen la tasa de cuajamiento de los frutos, además de reducir el tamaño de estos. La humedad relativa inferior a 30% reduce la tasa de polinización y desarrollo de frutos, siendo esta, la principal limitante para producir maracuyá en los periodos más secos del año.

La luminosidad es otro factor del clima importante para el maracuyá. Regiones tropicales de menor latitud, con fotoperiodo superior a 11 horas diarias de luz, asociadas a altas temperaturas, permiten la floración y producción continua de frutos de maracuyá, durante todos los meses del año, siempre y cuando haya un suministro adecuado de agua y nutrientes para las plantas (Lima e Borges, 2004). En regiones de mayor latitud, normalmente hay una pequeña entresaca (cosecha) por que en los meses del año con menos de 11 horas diarias de luz y temperaturas menores de 15°C no hay estímulo a la floración.

Los suelos más indicados para el cultivo de maracuyá son los areno-arcillosos, o levemente arcillosos, bien drenados. En cultivos comerciales, la realización del análisis de suelos para la corrección de la acidez y fertilidad del suelo es de extrema importancia. Lo ideal es la siembra de maracuyá en suelos con pH en agua en torno de 6,0 o índice de saturación por bases próximo de 60%.

## Variedades y cultivares disponibles

Muchas veces, en los cultivos comerciales de maracuyá no se utiliza semillas de variedades mejoradas, limitándose al uso de semillas que se obtienen de cultivos anteriores, las cuales llevan a plantas con bajo desempeño agronómico, lo cual está relacionado al aumento de la endogamia y sus consecuencias como disminución del vigor híbrido, aumento de la susceptibilidad a enfermedades, disminución de la uniformidad del cultivo, entre otras. Según Meletti et al (2005), el mejoramiento genético del maracuyá ácido es bastante reciente y solamente en la década de 1990 fueron lanzadas y registradas los primeros cultivares de maracuyá.

En Brasil, los cultivares de maracuyá registrados pueden ser consultados en la página del Registro Nacional de Cultivares (RNC) del Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015). El número de cultivares comerciales es pequeño, considerando la grande variabilidad de los agroecosistemas de Brasil y del mundo. Entre los cultivares registrados en el RNC están los desarrollados por el Instituto Agronómico de Campinas (IAC-273, IAC-277, IAC-275 e IAC-Paulista) (Meletti et al., 2000; Meletti et al.,

2005), por Embrapa Amazonia Oriental (Casca Fina – CCF) y por Embrapa Cerrados y aliados, siendo el BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado y BRS Ouro Vermelho lanzados en 2008 (Embrapa, 2008) y el BRS Rubi do Cerrado lanzado en 2012 (Embrapa, 2012). Los materiales desarrollados por el vivero Flora Brasil (FB-200 e FB-300), Feltrin y Agristar (Amarelo, Redondo Amarelo, Sol), y Fundo Passiflora (AS 2009 Sul-Brasil Afruvec) también están registrados. El registro de los cultivares es un paso importante para tener un sistema organizado de producción, venta y distribución de semillas y plántulas de calidad para los productores de maracuyá (Faleiro et al., 2008b; 2018).

## Plantación del cultivo y principales manejos culturales

Las distancias entre plantas del maracuyá ácido va a variar de 1,5 a 5 metros, siendo que hay tendencia actual de los productores a utilizar espaciamientos más adensados. La distancia entre hileras va a variar de 1,5 a 3 m, dependiendo del porte de la maquinaria y equipamientos a ser utilizados en los manejos culturales y del uso de cultivos intercalados-asociados. Como el maracuyá es una planta de desarrollo trepador, para el establecimiento del cultivo va a ser necesario algún tipo de soporte para el sostenimiento de las plantas. En los cultivos comerciales el sistema más utilizado es el de espaldera (Figura 2a), sin embargo, el cultivo en parra o emparrado (Figura 2b) también puede ser implementado (Ruggiero et al., 1996).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 2.** Sistemas de conducción de maracuyá ácido en espaldera (A) y emparrado (B) .

Como el maracuyá es una planta que tiene producción continua de flores y frutos, el cuidado con la nutrición de la planta es muy importante. Además de la fertilización del cultivo, fertilizaciones de formación y de producción debe ser realizadas periódicamente. La aplicación de nutrientes puede ser vía edáfica (suelo), foliar y también

utilizando sistemas de fertirrigación. Resende et al., (2008) muestran una buena revisión sobre el manejo del suelo, nutrición y fertilización del maracuyá ácido.

Las podas de formación del maracuyá ácido, principalmente en el sistema de espaldera son prácticas muy importantes en el manejo del cultivo. Posterior a la siembra, la planta de maracuyá puede emitir brotes laterales que necesitan ser removidas cada 15 días, dejando apenas la guía principal, la cual debe ser conducida por un hilo de algodón, fibra o vara de madera hasta el alambre superior de la espaldera o emparado. Llegando al borde del alambre superior, la punta de la guía debe ser cortada para emitir las ramas secundarias y deber ser conducidas hasta encontrarse con las ramas secundarias de las plantas vecinas. En este momento tales ramas secundarias son nuevamente podadas para formar las ramificaciones terciarias, responsables de la mayor producción de flores y frutos (Figura 3). Antes que estas ramas terciarias lleguen al suelo, deben ser podadas (20 a 30 cm) para evitar el contacto con el suelo y su posible contaminación, así como para estimular la emisión de ramas cuaternarias que también son responsables de la producción de flores y frutos.

Para obtener alta productividad de maracuyá, el uso del riego es de gran importancia. Hay varios sistemas de irrigación que pueden ser utilizados, tales como: goteo, microaspersión, aspersión convencional y pivote central. La selección del sistema dependerá de la disponibilidad del agua, de la disponibilidad del equipo de irrigación y del costo del sistema y de su mantenimiento. El sistema de goteo es de los más ampliamente usados y recomendado por demandar menos agua, tiene un costo menor y no moja las hojas, evitando de esta forma mayores problemas con enfermedades. Normalmente se utilizan dos goteros de 4 litros/hora por planta, posicionados en los dos lados de la planta y a 30 cm del pie de la planta adulta. Para el dimensionamiento (cálculo) del sistema, considerar un consumo máximo de 64 litros de agua por planta cada dos días. En el manejo del riego, se debe considerar el tipo de suelo, el clima y las exigencias de las plantas de maracuyá, de modo que se defina la cantidad adecuada de agua a ser aplicada. La posibilidad de utilizar un sistema para realizar la fertirrigación ha sido de gran utilidad en el cultivo de maracuyá (Sousa et al., 2001).

Diferentes manejos de plantas invasoras (malezas) deben ser adoptados dependiendo de la edad de las plantas de maracuyá. El maracuyá joven es muy sensible a herbicidas, de modo que, en esta fase se recomienda el uso de herramientas (machete) para limpiar la corona o plato de las plantas. En las entrelíneas o calles puede utilizar guadañas, teniendo cuidado de no afectar las plantas, así como el sistema de riego. Un punto importante en el control de las malas hierbas de maracuyá es el hecho de que un solo tallo sostiene toda la planta. Cualquier daño al tallo principal del maracuyá puede llevar a la pérdida de la planta. De esa forma, las plantas invasoras próximas al tallo principal deben ser eliminadas manualmente. Cuando las plantas estuviesen adultas, herbicidas en aspersión direccionado a las plantas invasoras (malezas) pueden ser utilizados, entre tanto, es importante resaltar que el maracuyá es muy sensible al glifosato, de modo que una mínima deriva del herbicida puede afectar fuertemente la planta. En este caso, se recomienda acoplar una pantalla de 40 cm de diámetro en la boquilla de

la lanza de la fumigadora. En este caso, un orificio debe ser hecho bien en el centro de la pantalla (recipiente), donde la punta de la lanza será acoplada. La pantalla va a evitar la deriva y la contaminación de ramas del maracuyá con herbicida.

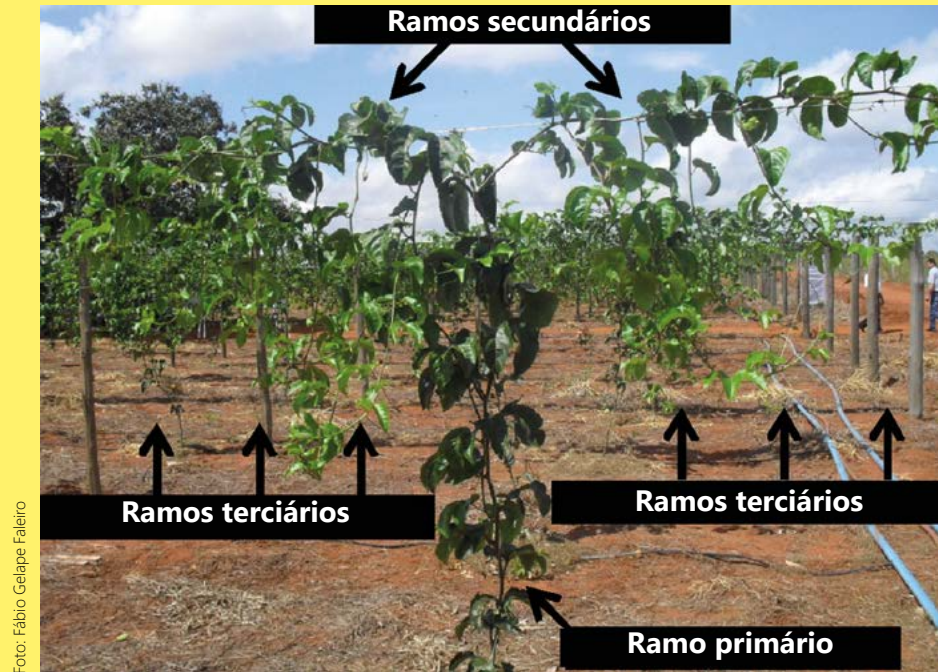


Foto: Fábio Gelape Faleiro

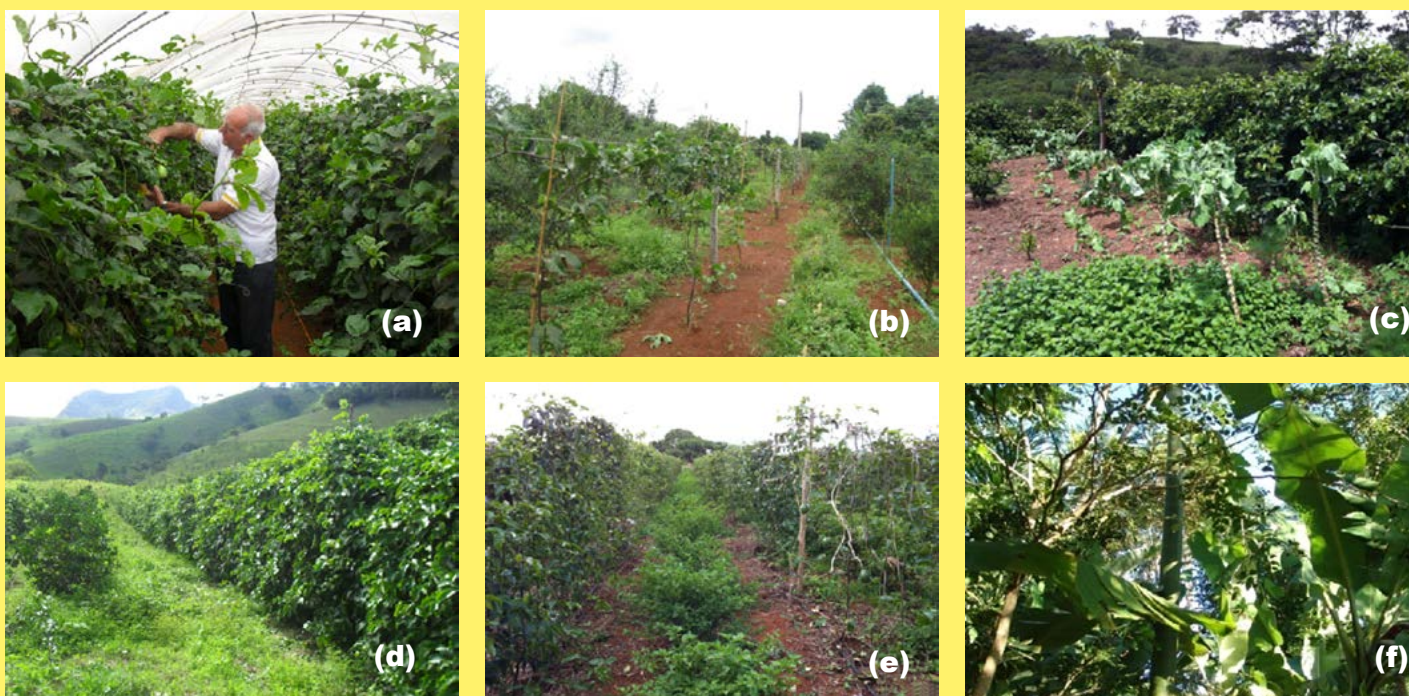
**Figura 3.** Planta de maracuyá siendo formada por medio de las podas, evidenciando las ramas primarias, secundarias y terciarias.

Otra práctica de manejo muy importante y recomendada para todos los productores de maracuyá es la polinización manual (Junqueira et al., 2001). Como el maracuyá ácido es auto-incompatible, hay la necesidad de polinización cruzada para que haya una efectiva fecundación y cuajamiento de los frutos. La polinización natural del maracuyá es realizada, en su mayoría por los abejorros (*Xylocopa* sp) que consiguen polinizar de 10% al 13% de las flores. Las abejas y otros insectos consiguen polinizar, un máximo de 3% de las flores. Con la polinización manual una persona entrenada puede polinizar hasta 2.000 flores/hora, con un índice de cuajamiento de hasta el 68%. Esta práctica ha sido recomendada en todos los sistemas de producción, principalmente cuando hay fuertes ataques de abejas. Utilizando la polinización manual, el productor debe estar atento para suministrar a las plantas buenas condiciones fitosanitarias y nutricionales para soportar altas productividades. Para realizar la polinización manual en cultivos con alta presencia de abejas africanas (consideradas plagas por tomar el polen sin hacer polinización), el polen debe ser colectado directamente de las flores, entre las 11:30h y 12:30h diariamente, abriendo los botones florales de puntas blancas, retirando sus anteras (estructuras que contienen el polen en la forma de un polvo amarillo) y colocándolas dentro de pequeñas cajas de icopor o madera y protegiéndolas de la luz solar.



Entre las 14:30h y 16:30h, la polinización manual debe ser hecha tocando los dedos en la masa del polen y pasándolos levemente sobre los estigmas que son las estructuras femeninas receptoras de polen. La polinización también puede ser hecha directamente, sin la necesidad de retirar las anteras. En este caso, es importante coleccionar el polen de varias plantas con los dedos antes de iniciar la polinización. En el acto de la polinización, primeramente, se debe pasar los dedos con polen en los estigmas para después tomar más polen de las anteras de la misma flor. Al pegar el polen de las anteras, no se debe mover los dedos en la dirección de los estigmas, para de esta forma evitar la autopolinización que no es efectiva para la fecundación e hinchamiento de los frutos.

Sistemas alternativos y diversificados pueden ser utilizados para el cultivo de maracuyá ácido. Por el hecho de ser una planta muy generosa en la producción de flores y frutos, su cultivo es una alternativa para la agricultura urbana en campos de patios traseros y pequeñas chacras. Cultivos consorciados, policultivos, composición de sistemas agroforestales (SAF's) y cultivos en invernaderos también han sido implementados con éxito (Figura 4). Sistemas agroecológicos y orgánicos también han sido utilizados, sin embargo, atención especial debe ser dado en el control alternativo de plagas y enfermedades que afectan el cultivo.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 4.** Cultivo de maracuyá en invernadero (a), en policultivos con frutales (b) y hortalizas (c), en consorcio con cítricos (d) y pimenta (e) en la composición de sistemas agroforestales (f).



## Principales enfermedades e insectos plaga

El cultivo de maracuyá es afectado por diversas enfermedades e insectos plaga, que de forma aislada o conjunta causan serias afectaciones al cultivo, los cuales pueden hacer el cultivo de maracuyá inviable económicamente en algunas áreas, donde las enfermedades e insectos plaga son epidémicos. Los daños causados por los problemas sanitarios del maracuyá están relacionados a la reducción de la productividad, depreciación de la calidad del fruto disminuyendo su valor comercial y reducción de la longevidad del cultivo.

El manejo integrado de las enfermedades e insectos plaga del maracuyá es fundamental en todos los sistemas de producción. Los principios del manejo integrado de plagas y enfermedades es la asociación de diferentes métodos de control (cultura, biológico, genético y químico) en el sentido de evitar la epidemia de las enfermedades e incremento de la población de plagas y nematodos arriba del llamado Nivel de Daño Económico – NDE (Machado et al., 2015). Este nivel de daño económico es un punto en que los perjuicios causados por los problemas fitosanitarios son mayores que los costos involucrados en las estrategias de control.

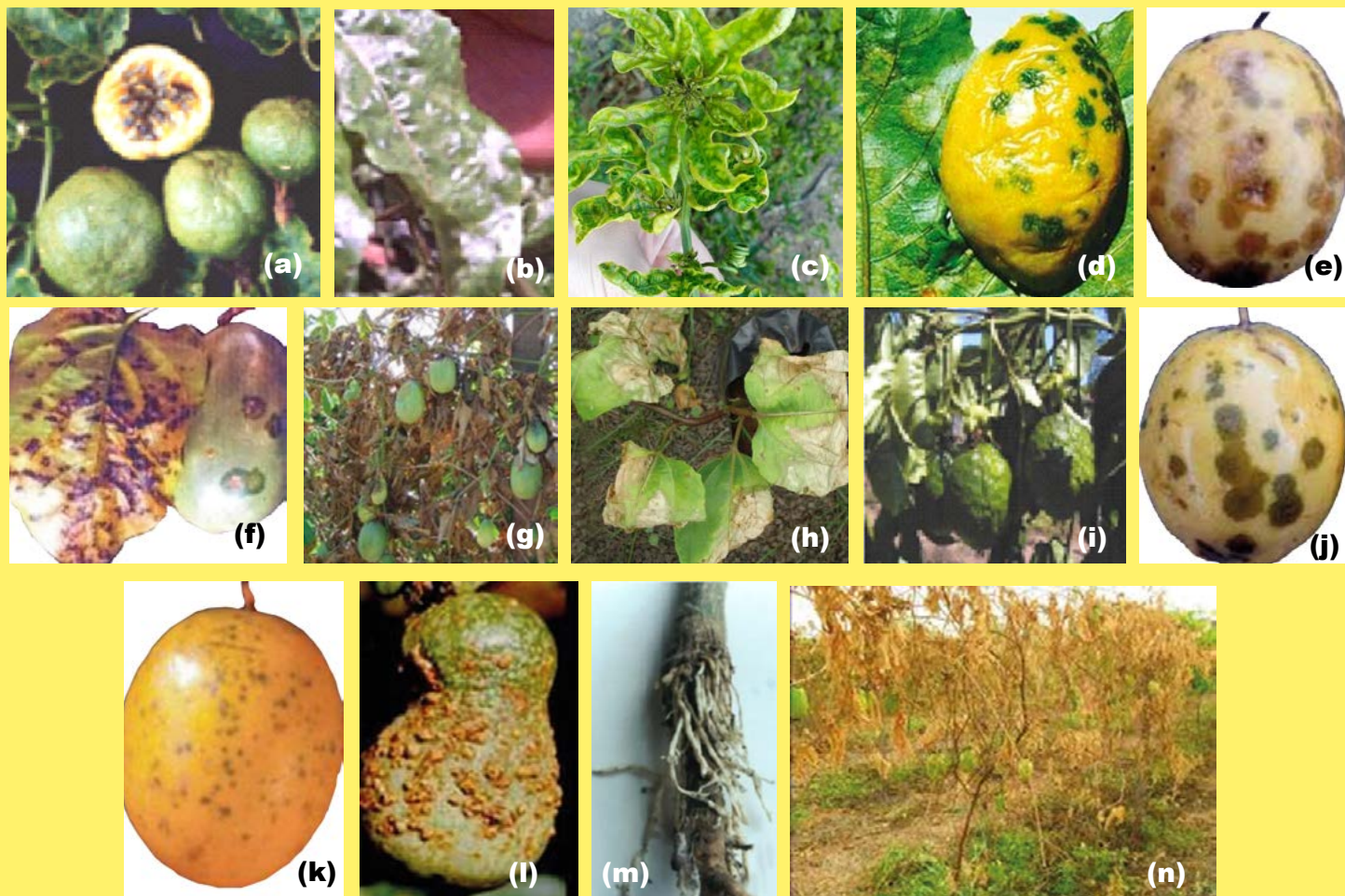
Para producir maracuyá con productividad y calidad, es importante el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas. Para esto, es fundamental, la correcta identificación del problema fitosanitario, de los daños causados, de las condiciones favorables para su presencia y de las principales medidas de control. Las principales plagas que causan daños al maracuyá son los insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias y virus (Machado et al., 2015).

Entre las principales enfermedades que afectan el maracuyá podemos destacar aquellas causadas por hongos (antracnosis, Damping Off, verrugosis-roña, septoriosis, fusariosis, pudrición del cuello), bacterias (chancro bacteriano, marchitez bacteriana), virus (virus del endurecimiento de los frutos, begomovirus, virus de la pinta verde, entre otros). La Figura 4 ilustra algunas de estas principales enfermedades. Entre los principales insectos plaga del cultivo de maracuyá podemos destacar las orugas, chinches, brocas o perforadores de tallo, moscas, colepteros, abejas, hormigas, termitas, pulgones, trips y cochinillas. Los ácaros y nematodos también pueden causar serios daños en el cultivo de maracuyá. La Figura 5 ilustra algunos de estos principales insectos y otras plagas del maracuyá. Machado et al., (2015) elaboraron una guía práctica para la identificación y control de las principales enfermedades, insectos, ácaros y nematodos en el cultivo de maracuyá, siendo una buena fuente de consulta para los productores de maracuyá.

## Cosecha y poscosecha

El maracuyá ácido debe ser cosechado cuando comienza a cambiar de color verde a amarillo o rojizo. El fruto cae cuando está maduro. Después de la cosecha, los frutos de maracuyá deben ser lavados y desinfectados antes de la comercialización o procesamiento industrial. Tal desinfección y procesamiento pueden ser hechos en el

campo y también en la industria. En el caso de la comercialización para el mercado de fruta fresca, el maracuyá ácido se coloca en pequeñas bolsas de polietileno o polipropileno-IV, amarillas, con dimensiones de 80 cm de altura y 50 cm de ancho, con capacidad de 12 kg a 16 Kg (Figura 6).



Fotos: Embrapa

**Figura 5.** Principales enfermedades del maracuyá: virosis (a, b, c, d), bacteriosis (e, f, g, h, i), antracnosis (j), septoriosis (k), verrugosis (l), pudrición del cuello (m) y fusariosis (n).





Fotos: Embrapa

**Figura 6.** Principales insectos y otras plagas del maracuyá: pulgones (a), trips (b), broca del tallo (c), chizas (d), chinches (e, f, g), abejas (h, i), orugas (j, k, l, m), mosca del botón floral (n, o), mosca blanca (p), mosca de las frutas (q, r), cochinillas (s, t), ácaros (u) y nematodos (v).

### Vías de comercialización y agregación de valor

Las principales vías de comercialización de maracuyá ácido son para el mercado de fruta fresca y para las industrias de jugo. El productor debe procurar diversificar



los compradores de su producción. Lo ideal es que los frutos mayores y más bonitos sean vendidos para el mercado de frutas *in natura* y los frutos menores con mayores problemas fitosanitarios sean vendidos para la industria. La agregación de valor con la venta de pulpa o de productos industrializados también es una importante estrategia para aumentar los ingresos (Figura 7).

Fotos: Ana Maria Costa e Fábio Gelape Faleiro



**Figura 7.** Desinfección, procesamiento en sacos de maracujá para mercado de fruta fresca.



**Figura 8.** Productos industrializados o procesados a partir de maracujá ácido.



## Bibliografia citada

ADEX DATA TRADE. **Estadísticas**. Disponible en: <http://www.adexdatatrade.com/> Consultado el 2 de junio de 2020.

EMBRAPA CERRADOS (Brasil). **Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo**: BRS Rubi do Cerrado. 2012. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>. Acesso em: 04 maio 2020.

EMBRAPA CERRADOS (Brasil). **Memória do lançamento dos híbridos de maracujazeiro azedo**. 2008. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoazedo/>. Acesso em: 04 maio 2020.

EMBRAPA CERRADOS (Brasil). **Material didático: Minicurso Maracujá**. 2014. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/minicursomaracuja/>. Acesso em: 04 maio 2020.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (ed.). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento**: estratégias e desafios. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 184 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, R. C. (ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa, 2008. p. 411-416.

FALEIRO, F. G. et al., Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. (ed.). **Maracujá**: do cultivo à comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 15-37.

FALEIRO, F. G. et al., Experiências de sucesso de produtores de maracujá no DF. In: FALEIRO, F. G. et al., (ed.). **Maracujá: prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias. Expedição Safra Brasília – Maracujá**, v. 2. Brasília, DF: Emater-DF, 2019. p. 256-269. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197156/1/ExpedicaoSafra-Volume-2-versao-final.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.

FALEIRO, F. G.; SANTOS, F. S.; JUNQUEIRA, K. P. Registro e proteção de cultivares de maracujá. In: MORERA, M. P. et al (ed.). **Maracujá**: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília, DF: ProImpress, 2018. p. 67-79. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maracujá**: área plantada e quantidade produzida. Brasília, DF: IBGE, 2017. (Produção Agrícola Municipal, 2017). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 ago. 2019.

ITI TROPICALS. **Discover what's possible with passionfruit**: an industry guide to the exotic fruit ingredient. 2017. Disponível em: <http://www.passionfruitjuice.com/>. Acesso em: 24 ago. 2011.

JESUS, O. N. et al., **Manual prático para a aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 35 p. No prelo.

JUNQUEIRA, N. T. V. et al., **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 18 p. (Documentos, 41).

LIMA, A. A.; BORGES, A. L. Exigências edafoclimáticas. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 39-44.

MACHADO, C. F. et al., **Guia de identificação e controle de doenças, insetos, ácaros e nematoides na cultura do maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2015. 46 p. No prelo.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares - RNC**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>. Acesso em: 10 fev. 2015.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial E: 083-091, 2011.

MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R.; MINAMI, K. **Melhoramento genético do maracujazeiro-amarelo**: obtenção do cultivar 'Composto IAC-27'. *Scientia Agrícola*, v. 57, p. 491-498, 2000.

MELETTI, L.M.M. et al., **Melhoramento genético do maracujá**: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.). *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

RESENDE, A. V. et al., **Manejo do solo, nutrição e adubação do maracujazeiro azedo na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 34 p. (Documentos, 223).

RUGGIERO, C. et al., **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: Embrapa SPI, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas Frupep, 19).

SOUSA, V. F. et al., **Irrigação e fertirrigação do maracujazeiro**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 32).

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In: TEIXEIRA, C. G. et al., (ed.). **Maracujá**: cultura, matéria prima, processamento e aspectos agrônômicos. Campinas, SP: Instituto Tecnologia de Alimentos, 1994. p. 1-142.







Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

## ***CAPÍTULO 2***

### **Maracuyá dulce: *Passiflora alata* Curtis**

Fábio Gelape Faleiro  
Jamile da Silva Oliveira  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Ana Maria Costa





## Importancia económica y social

*Passiflora alata* Curtis es una especie nativa de América del Sur, especialmente de Brasil, donde presenta una ocurrencia bastante generalizada, siendo encontrada en la naturaleza y en cultivos domésticos y comerciales en todos los estados de Brasil. Es popularmente conocida como maracuyá dulce, sin embargo, otras denominaciones también son utilizadas, como maracua, maracuyina, maracuyá de comer, maracuyá grande, maracuyá de refresco, maracuyá maracujá-guaçu, maracuyá alado entre otras (SOUZA e MELETTI, 1997; MANICA, 2005; MACHADO et al., 2017).

Es la segunda especie de maracuyá (pasifloras) más cultivada en Brasil, solamente superada por la *Passiflora edulis* Sims, conocida como maracuyá ácido o maracuyá amarillo (MANICA e OLIVEIRA Jr, 2005). Considerando todas las especies de pasifloras cultivadas, el maracuyá ácido y el maracuyá dulce (*P. alata*) en el 2011 fueron responsables por el 95% del área plantada de Pasifloras en Brasil (IBGE, 2011). La exploración comercial del maracuyá dulce en Brasil tuvo inicios al fin de la década de 1960 y comenzó a expandirse en la década de 1970, donde tipos silvestres cultivados en patios traseros o tomados de la naturaleza eran comercializados en ferias de ciudades del interior de los estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Pará. Los frutos producidos y comercializados en aquella época eran bien distintos de los tipos que son encontrados actualmente en los centros comerciales del país. Hubo una mejoría en las características de apariencia del fruto, tamaño, grosor de la cáscara y cantidad de pulpa, entre tanto, hubo un aumento de la susceptibilidad a las enfermedades, especialmente virus y bacterias.

El maracuyá dulce es un frutal que presenta un gran potencial de comercialización destinado principalmente, para el mercado *in natura*, tanto en el mercado interno como también para la exportación, debido a sus buenas características de tamaño, coloración externa, con pulpa de aroma acidulado y de refinado sabor. Es común su comercialización en ferias y también en grandes redes minoristas, con la particularidad de tener un alto precio en el mercado de frutas frescas en virtud de la pequeña oferta y la alta demanda debido a las cualidades de esta fruta. Es común también encontrar esta especie adornando paredes y pérgolas debido a su capacidad como planta ornamental, con frutos vistosos, flores exuberantes, grandes y vistosas y su ramaje denso y robusto (Figura 1). Sus hojas también son utilizadas para extracción de fito-constituyentes utilizados en la fabricación de medicamentos y cosméticos. En la década de 1990 ya era cultivado para fines medicinales, por que produce la Passiflorina, un calmante natural (MELETTI e MAIA, 1999).

Considerando las múltiples aptitudes del maracuyá dulce, acciones de investigación y desarrollo han sido realizadas por Embrapa y otras instituciones. Importantes iniciativas de expansión del cultivo han sido observadas, debido a la significativa elevación de los precios en CEAGESP e interior paulista, donde este fruto es cada vez más conocido y presenta una mayor demanda comercial. En el mercado minorista, es vendido a precios bien superiores a los asignados al maracuyá ácido, lo que tiene atraídos a los productores.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro e Nilton Tadeu Vilela Junqueira

**Figura 1.** Fruto y flor de maracuyá dulce, *Passiflora alata* Curtis.

De acuerdo con los datos de las remesas que pasaron por el mayor almacén mayorista de Brasil, el CEAGESP, de 2007 a 2017 (Tabla 1), los principales estados que enviaron frutos fueron: São Paulo, Paraná y Minas Gerais, siendo el primero, el principal, tanto en número de remesas, así como en cantidad en toneladas. Los años de 2017 y 2017 fueron los años que presentaron las mayores cantidades totales en toneladas de frutos de maracuyá dulce en CEAGESP.

**Tabla 1.** Promedios de las remesas, total anual y principales estados productores de *Passiflora alata* Curtis. Datos contabilizados a partir de las remesas que pasaron por la central CEAGESP de 2007 a 2017.

Año	Promedio de las remesas (toneladas)	Total anual (toneladas)	Principales Estados Productores
2007	0,45	1497,02	SP e PR
2008	0,50	821,17	SP e PR
2009	0,37	668,57	SP e PR
2010	0,33	794,81	SP, PR e MG
2011	0,42	824,52	SP, PR e MG
2012	0,60	1094,90	SP, PR e MG
2013	0,63	859,84	SP, PR e MG
2014	0,45	610,92	SP e PR
2015	0,28	325,44	SP e PR
2016	0,28	426,24	SP e PR
2017*	0,32	126,50	SP e PR

\*Datos contabilizados hasta el mes de abril.



## Características morfológicas

Las plantas de *Passiflora alata* poseen hábito de crecimiento de tipo trepador, son vigorosas, con tallos de tipo cuadrangular y fuertemente alado. La base del tallo es leñosa y bastante lignificada, disminuyendo el contenido de lignina en la medida que se aproxima al ápice de la planta. Las plantas son glabras, presenta zarcillos axilares robustos, estípulas lanceoladas (BRAGA et al., 2005). La especie *P. alata* presenta hojas simples o enteras de tipo elíptica, glabra y de coloración verde, con un ancho y largo medio (Figura 1). Presenta cuatro nectarios distribuidos a lo largo del peciolo, este es de tamaño medio, variando de 2 a 4 cm. De la base de las hojas emergen zarcillos, que se van enrollando en un soporte para proporcionar a la planta un mejor agarre y, normalmente, sufren lignificación a medida que se desarrollan (JUNG, 2003).

Posee bellas flores colgantes, grandes (> 9-12 cm) y de anthesis matutina (tarde), de tamaño medio y con un aroma muy agradable. Con forma del hipanto campanulado y una flor por nudo. Presenta una coloración predominantemente del perianto rojo-púrpura, los filamentos de la corona son ondulados, con listas blancas y púrpuras (Figura 1). El androginóforo es de tamaño medio, lo que puede facilitar la polinización por diferentes tipos de insectos, siendo que los abejorros (*Xylocopa* sp) son los principales agentes polinizadores.

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

El maracuyá dulce presenta un buen desempeño en el campo, tanto en crecimiento, como en producción y calidad de los frutos, cuando es cultivado en regiones de altitudes más elevadas y de temperaturas más amenas (VASCONCELLOS et al., 2005a). Esto es comprobado, por las regiones tradicionales en el cultivo de maracuyá dulce, como los estados de São Paulo, Paraná y Santa Catarina que están localizados en altitudes superiores a 500 metros. Según Vasconcellos et al., (2005a), las plantas de *P. alata* presentan una cierta tolerancia al frío presentado durante el invierno en la región sur de Brasil, por esto, debe ser resaltado que las plantas de maracuyá dulce, sufren efectos negativos en condiciones de temperaturas muy bajas y de heladas, pudiendo ocurrir daños por quema de las ramas y la misma muerte de las plantas.

Las plantas de maracuyá dulce, en la región Sudeste de Brasil, presentan crecimiento continuo, con emisiones de nuevas brotes y crecimiento de ramas, al igual que en épocas de temperaturas más bajas. El crecimiento observado en las plantas de maracuyá dulce, en el periodo de invierno, es menor cuando se compara el crecimiento en otras estaciones del año. Cuando ocurre disminución de la temperatura media, el tiempo requerido de emergencia de botón



floral a antesis de la flor es mayor. La radiación solar también causa respuesta similar al de la temperatura, o sea, con una reducción de la radiación solar, hay un mayor requerimiento en días de formación de botones a antesis de la flor. Este mismo comportamiento ocurre para el periodo de la fecundación de la flor hasta el desarrollo completo del fruto.

Las plantas de *P. alata*, diferente a las plantas de *P. edulis* (maracuyá), no necesitan de más de 11 horas de luz para inducir la floración. De esa forma, ocurre la floración prácticamente durante todo el año, inclusive en épocas con temperaturas muy bajas. Por ese motivo, el maracuyá dulce presenta una menor estacionalidad en la producción de frutos en comparación con el maracuyá ácido. En las regiones Sudeste y Sur de Brasil, las plantas de maracuyá dulce pueden florecer el año entero, con mayores tasas de floración en los meses de enero a abril, con pico de floración en enero.

La precipitación pluviométrica es otro factor importante para el maracuyá dulce, siendo la cantidad y la distribución a lo largo del año, factores decisivos para así obtener alta productividad. La especie *P. alata* es menos tolerante a estrés hídrico en comparación con otras especies del género *Passiflora*, especialmente, en la combinación con temperaturas más elevadas. Con uso de riego, las plantas de maracuyá dulce presentan una mayor productividad y mejora la calidad de los frutos, así como mayor tamaño y mayor rendimiento de pulpa.

El contenido de humedad del suelo afecta directamente la floración de las plantas. Durante periodos de verano, las plantas presentan una menor floración y una mayor caída de flores y frutos. Cuando hay condiciones de encharcamiento del suelo, puede haber ocurrencia de enfermedades causadas por hongos del suelo y muerte de las raíces por la baja disponibilidad de oxígeno. Los suelos más recomendados para el cultivo de maracuyá dulce son los de textura media, normalmente, son suelos con menor riesgo de encharcamiento. El cultivo no debe ser establecido en suelos con pendientes altas y sujetos a vientos fuertes.

## Variedades y cultivares disponibles

En la mayoría de los cultivos comerciales de maracuyá dulce en Brasil, la producción de las plantas ocurre por medio de la utilización de semillas seleccionadas por los mismos agricultores en cultivos comerciales anteriores. Siendo así, los cultivos están sujetos a presentarse plantas con bajo desempeño agronómico, relacionado al aumento de la endogamia y a sus consecuencias como disminución de la productividad y del vigor híbrido, aumento en la susceptibilidad de enfermedades y disminución en la uniformidad del cultivo. Las plantas pueden producir frutos con variaciones en la forma, peso, coloración de la cáscara, de la pulpa, contenido de jugo, número de semillas y cualidades gustativas, siendo esta última, un factor importantísimo para la demanda de los frutos de maracuyá dulce por parte de los consumidores (JUNQUEIRA et al., 2005a).

Este uso de semillas sin garantía de origen genético es una de las principales causas de la baja productividad y calidad del maracujá dulce producido en muchas regiones de Brasil. Este escenario está comenzando a cambiar con el avance de los programas de mejoramiento genético de esta especie. En 2017, fue registrada y protegida, el primer cultivar de la especie *P. alata* para el mercado de las frutas especiales con alto valor agregado, denominada BRS mel do Cerrado (BRS MC) (Figura 2). Este cultivar fue desarrollado por medio de mejoramiento genético poblacional, con eventos de recombinación y selección aprovechando la naturaleza alógama y autoincompatible de la especie. Los eventos de selección tienen como base el aumento de la productividad, resistencia a enfermedades, y la mejoría de la calidad físico-química entre y dentro de las progenies de medios-hermanos. Plantas matrices (madres) y progenies superiores fueron seleccionadas y utilizadas en la generación del nuevo cultivar.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro e Fabiano Bastos

**Figura 2.** Aspectos generales de la planta, flores y frutos del cultivar de maracujazeiro doce BRS Mel do Cerrado, incluyendo la tapa del folder de lanzamiento del cultivar en 2017.

El cultivar BRS Mel do Cerrado es una buena opción para fruticultores altamente tecnificados y para el cultivo en invernadero, donde se pueden obtener frutos de alta calidad física y química. Es también una buena opción para pequeños productores y para una agricultura practicada en granjas, parcelas y ambiente urbano. Su flor exuberante, rojiza-púrpura y con largos filamentos multi-bandeados evidencian también su alto potencial ornamental para paisajismo de grandes áreas como muros y pérgolas.

El cultivar que ya fue registrado en el Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) presenta buenas características de frutos para el mercado de frutas especiales, bien próximas a las características de un cultivar ideal que fueron indicadas por Junqueira et. al (2005a). Estos autores relatan que un cultivar debería presentar

frutos grandes (200 a 300 gramos), periformes u ovalados, con ápice arredondeado, cáscara firme, sin ablandamiento apical, buena resistencia al transporte, estar en buenas condiciones en un periodo pos-cosecha de mínimo siete días, amarillo-anaranjado, resistente a antracnosis y otras enfermedades, pulpa anaranjada, contenido de sólidos solubles en ° Brix superior de 20, rendimiento de jugo superior a 30% y un máximo de 60% en cáscara. La planta también debe ser productiva, resistente o tolerante a bacteriosis, a la virosis del endurecimiento del fruto, a la pudrición de la base y a fusariosis.

## Importancia del cultivo y principales manejos culturales

Una de las principales preocupaciones para la implementación del cultivo es la adquisición de plántulas con buena calidad, con garantía de origen genético, producidas por viveristas idóneos y cualificados o certificados por el Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento. La obtención de plántulas de calidad es la base del éxito del cultivo. Una recomendación que ha sido recurrente y de éxito es el uso de la tecnología del “plantón” (JUNQUEIRA et al., 2014), o sea, llevar para campo, plantas con más de 1,5 m de altura producidas en ambiente protegido, libre de virosis y de otras enfermedades.

Un aspecto importante del área de cultivo, es que la misma no sea sujeta a inundaciones, siendo así, suelos de textura leve son más apropiados para el cultivo de maracuyá dulce, sin embargo, puede darse un cultivo con éxito en áreas con suelos más arcillosos, desde que el manejo del riego sea adecuado.

Antes de la siembra, se debe realizar un análisis de suelos del área que será destinada al cultivo para llevar a cabo una adecuada corrección de la acidez y la fertilidad. La fertilización del cultivo debe ser realizada con la utilización de fertilizantes fosfatados, potásico y fertilizantes orgánicos. El uso de estiércol bovino y residuos de cría avícola es siempre recomendado, pues, es fuente de micronutrientes, suministran también, nitrógeno, fósforo y potasio. Lo ideal es que la corrección y fertilización sea efectuada en el área total, después de este proceso, se debe realizar la mezcla y siembra de las plantas (SANZONOWICZ et al., 2005).

El maracuyá dulce es muy exigente en relación a la nutrición y la irrigación. Para el adecuado desarrollo de la planta, no deben existir restricciones o limitantes del orden físico (compactación) o químico (bajo pH, alta saturación de aluminio, baja saturación de bases y disponibilidad de nutrientes) en el suelo. Debido al desarrollo vigoroso y producción de grandes frutos, hay un gasto considerable de nutrientes que deben estar disponibles o ser repuestos por el productor.

Para la conducción de las plantas, se puede utilizar el sistema de espaldera o el sistema de parra – emparrado (Figura 3). Las distancias entre líneas de espaldera son definidas en función del grado de mecanización del cultivo. Entre líneas puede variar de 2 a 4 metros, para cultivo con tratos manuales y para cultivo mecanizado,



respectivamente. Entre plantas, el distanciamiento varía de 2 a 5 metros. En sistema de emparrado el espaciamento entre líneas es de 4 metros, y entre plantas un mínimo de 2 a 4 metros (BRANCHER, 2005).



Fotos: Ana Maria Costa

**Figura 3.** Sistema de conducción de las plantas en espaderas o emparrado.

La selección del sistema de conducción a ser utilizado va a depender de las condiciones del productor. El sistema de emparrado tiene un mayor costo, sin embargo, ha sido el preferido en muchas regiones de Brasil, debido a una mayor productividad (~25%) en relación al sistema de espaldera. En el Distrito Federal, el sistema de espaldera ha sido usado con éxito en ambientes protegidos (invernaderos), obteniéndose alta producciones (superior de 30 t/ha) y alta calidad de los frutos.

En cuanto a la época de siembra, hay variaciones de acuerdo con cada región productora en Brasil. En regiones de climas más cálidos, la siembra puede ser efectuada durante todo el año. Entretanto, se debe resaltar que en estas condiciones debe haber uso de riego para garantizar la humedad en el suelo y así favorecer el crecimiento y producción de las plantas. En regiones con histórico de temperaturas muy bajas y heladas, la siembra debe darse al final del invierno (final de julio a mediados de septiembre), evitando así, que las plantas sufran con inviernos fuertes. En este caso, una importante alternativa es producir las plántulas mayores (plantones) en ambiente protegido durante el invierno.

Posterior a la siembra de las plantas en el campo, el maracuyá necesita de conducción. Por ser una planta trepadora, herbácea y de crecimiento rápido, hace que la planta cuente con un tallo tierno y sensible, pudiendo ser fácilmente quebrado. La con-



ducción inicial es hecha con un tutor (metal o madera), donde las plantas son amarradas con fibra o vendajes, hasta que logren alcanzar el alambre principal de la espaldera o emparrado. La conducción de las plantas es hecha con un tallo principal, eliminando los brotes o ramas laterales por lo menos dos veces por semana. El tallo principal debe ser podado, cuando este logre alcanzar el alambre de conducción. Esa poda es realizada para forzar la emisión de dos ramas secundarias, que deberán ser dirigidos en sentidos opuestos, teniendo el cable o alambre como lugar de apoyo. Para forzar la emisión de las ramas terciarias, se deben podar las ramas secundarias. Las ramas terciarias también pueden ser podadas cuando estén próximas a tocar el suelo, estimulando la producción de ramas cuaternarias. Las ramas terciarias y cuaternarias son las ramas productivas de las plantas, o sea, las ramas que van a producir las flores y los frutos (Figura 4). Las ramas terciarias son llamadas "cortinas" de producción (VASCONCELLOS et al., 2005b).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 4.** Formación de la cortina de producción y detalle de las ramas terciarias con la formación de flores y frutos de maracujazeiro doce, *Passiflora alata* Curtis.

La realización de las podas de formación y producción es muy importante para el maracuyá dulce. Entretanto, se debe considerar que tales podas son puerta de entrada para fitopatógenos. Además de estos, las tijeras de podar usadas son vehículos eficientes para la trasmisión de virus. Es importante resaltar que, en los cultivos más recientes, tanto de maracuyá dulce, como de maracuyá ácido, se busca reducir las podas, con la intención de minimizar la trasmisión de enfermedades, especialmente virosis. En los cultivos más modernos, se realiza la poda de copa (despunte), para la formación de las ramas primarias, y se hará una poda eventualmente, para evitar el contacto de las ramas con el suelo, manteniendo una distancia mínima del mismo de 20 cm.

El maracuyá dulce solo presenta flores en la axila de las hojas presentes en los nudos en ramas en crecimiento. En un nudo, donde ya ocurrió la formación de una flor, no serán formadas otras flores. Las nuevas flores solo aparecerán en las ramas emitidas a partir de yemas presentes en la axila de las hojas localizadas en los nudos. Conociendo este detalle, la poda se hace más importante para la formación de ramas terciarias y cuaternarias y nuevos brotes para favorecer la floración.

La floración se inicia en plantas con aproximadamente 9 meses de edad y ocurre prácticamente todo el año, igual que en regiones de alta latitud. Para aumentar el cuajamiento de frutos se recomienda realizar la polinización manual, principalmente en las épocas más frías y en cultivos mayores, donde la presencia del polinizador natural (abejorros) no es suficiente para la polinización de todas las flores. Es importante resaltar también, que el cuajamiento de los frutos de maracuyá dulce es muy bajo cuando ocurren temperaturas muy bajas ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ) o muy altas ( $> 35^{\circ}\text{C}$ ), principalmente en situaciones de humedad relativa del aire por debajo de 30%, incluso con el uso de la polinización manual.

## Principales enfermedades e insectos plaga

En condiciones de cultivo comercial el maracuyá dulce puede ser atacado por varias enfermedades, que generalmente reducen la productividad, deprecian la apariencia externa, reducen el tiempo de vida pos-cosecha de los frutos e incluso en muchos casos genera la muerte de las plantas. Se destacan la virosis y bacteriosis en la fase de crecimiento y desarrollo; y la antracnosis con daños en los frutos en la fase de pos-cosecha (Figura 5).

Las principales enfermedades según Junqueira et al (2005b), que afectan el maracuyá dulce en la fase de crecimiento y desarrollo de las plantas causadas por bacterias, virus y hongos son: bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), virosis del endurecimiento del fruto (*Passion Fruit Woodiness Virus* – PWV), pudrición de la base (*Fusarium solani* (Mart.) App. & Wr.), Secamiento del tallo (*Botryodiplodia theobromae* e *Phomopsis* sp.), mancha de alternaria (*Alternaria passiflorae* y *Alternaria* sp.), pudrición-blanda-del-fruto (*Sclerotium rolfsii*), verrugosis (*Cladosporium* sp.), podrición floral (*Rhizopus stolonifer*), pinta verde - que ya han sido mencionadas de dos tipos, la primera que es causada por el chinche (*Nezara viridula*) y el segundo por el virus de la leprosis de los cítricos (*Brevipalpus phoenicis*). También se puede citar las enfermedades causadas por nematodos (*Meloidogyne incógnita*). Las enfermedades de origen abióticas o disturbios fisiológicos, como: ablandamiento del ápice del fruto, ralladura de la cáscara y frutos con cintura.

Las principales enfermedades que afectan los frutos del maracuyá dulce en la fase pos-cosecha son: (*Colletotrichum gloeosporioides*), pudrición de *Botryodiplodia* (*Botryodiplodia theobromae*), pudrición de *Gliocladium* (*Gliocladium roseum*), pudrición-acuosa o podrición de *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer*) (JUNQUEIRA et al., 2005b).



**Figura 5.** Principales enfermedades que afectan el maracuyá dulce, *Passiflora alata* Curtis: virus, bacteriosis y antracnosis.

En cuanto al ataque de plagas en el maracuyá dulce, se puede decir que algunos son de ocurrencia generalizada y pueden causar grandes pérdidas, otras, sin embargo, aparecen esporádicamente y son consideradas perjudiciales, por estar íntimamente relacionadas con la transmisión de enfermedades, como los virus.

Las principales plagas que afectan el maracuyá dulce según Icumá et al (2005), son: mosca-de las-frutas (*Anastrepha pseudoparallela*), chinches (*Diactor bilineatus*, *Holymenia clavigera*, *Theognis gonagra*, *Theognis stigma*, *Nezara viridula*), vaquitas (*Cerotoma* sp., *Diabrotica speciosa*), escarabajo de las flores (*Cyclocephala melancephala*), abejas (*Apis mellífera*, *Trigona spinipes*), termitas subterráneas (*Syntermes* sp.), orugas (*Agraulis vanillae vanillae*, *Eueides isabella*, *Heliconius ethiela narcaea*, *Heliconius erato phyllis*).

## Cosecha y poscosecha

Dependiendo de las condiciones ambientales, las plantas de maracuyá dulce pueden florecer y fructificar durante el año entero, con esto, hay cosecha durante muchos meses del año. Sin embargo, hay dos o tres meses de grandes floraciones anuales, que resultan en las cosechas principales. Las plantas de maracuyá dulce pueden comen-



zar a florecer a los nueve meses después de la siembra, más esta época va a depender de las condiciones del cultivo. El periodo trascurrido desde la fecundación de la flor hasta la cosecha del fruto dura en promedio de 60 a 90 días, y el fruto, cuando madura, no cae de la planta, o sea, es un fruto de tipo persistente, debiendo ser cogido, contándose el pedúnculo y eliminándose los restos florales presentes.

De acuerdo con Manica (2005b), el punto ideal de la cosecha es dado por el cambio de coloración verde-claro para verde-amarillo en el ápice de los frutos. Los frutos deben ser cosechados con la cáscara aún verde (pintón), comenzando a amarillar. Como el maracuyá dulce presenta frutos climatéricos, la cosecha en este estado permite que los frutos lleguen hasta el consumidor final sin presentar daños, con coloración de la cáscara amarilla de olor atractivo.

Los frutos de maracuyá dulce, poseen una cáscara más delicada en comparación con frutos de maracuyá ácido, con esto, exigen más cuidado en el momento de la cosecha. La misma que debe ser realizada con una tijera apropiada para la cosecha, para evitar daños en los frutos, generalmente estas tijeras poseen una punta con terminación arredondeada. En el momento de la cosecha, lo ideal es que no se corte totalmente el pedúnculo del fruto, pues, esto minimiza o evita la entrada de patógenos en el fruto. Se puede dejar hasta 2 cm del pedúnculo en los frutos.

Los frutos deben ser cogidos y puestos en cajas apropiadas para la cosecha, evitando al máximo la acomodación de muchos frutos en la misma caja, evitar la sobreposición de frutos, siempre que sea posible. Estos cuidados son importantes porque los frutos poseen una cáscara muy sensible y se puede afectar fácilmente.

Desde el momento de la cosecha hasta la llegada al Packing house (área de selección), es bueno que los frutos estén siempre a la sombra, para evitar calentamiento y hasta quemaduras en la cáscara, lo que ciertamente, deprecia los frutos, haciendo que los mismos tengan menor valor, y hasta que esto mismo, haga inviable su comercialización. Al llegar al Packing house los frutos serán lavados, seleccionados, clasificados y embalados. Estas etapas deben ocurrir tanto en el sistema mecanizado como manual, cada uno con sus particularidades. Después de estas etapas, los frutos siguen para un pre-enfriamiento y la conservación pos-cosecha propiamente dicha.

Generalmente, en regiones muy cálidas, los frutos pueden alcanzar una temperatura muy elevada, y la operación de pre-enfriamiento tiene como objetivo remover el calor del campo, antes del transporte a largas distancias o almacenamiento. Esa operación puede durar de 10 a 14 horas. Este enfriamiento ayuda en la conservación pos-cosecha de los frutos.

Según Manica (2005b), frutos de maracuyá dulce cosechados en el estado con la cáscara aún verde, comenzando a amarillar, en São Miguel Arcanjo en el estado de São Paulo, fueron conservados en condiciones ambientales, y estuvieron aptos para el consumo hasta 20 días o más después de la cosecha, en este periodo estaban con la cáscara bien amarilla.

## Vías de comercialización y agregación de valor

La principal vía de comercialización de maracujá dulce es el mercado de frutos *in natura* especialmente por las características del fruto, como la baja acidez, propio para ese tipo de consumo. La apariencia del fruto es muy importante en el momento de su comercialización, pues, los consumidores prefieren las frutas más vistosas. Para eso, las frutas deben ser cosechadas en el punto de su desarrollo fisiológico, para después, poder madurar completamente durante su transporte y comercialización, siendo entregado al consumidor final, como una fruta totalmente madura y de excelente calidad para el consumo.

Como principal nicho de mercado de los frutos de maracujá dulce es el mercado de frutas frescas, el productor debe obtener siempre frutos con buena apariencia y con óptima calidad. Para esto, el productor debe hacer un riguroso control de plagas y enfermedades, ya que estas pueden interferir seriamente en la apariencia y calidad de los frutos, depreciando su valor de mercado, o inviabilizando su comercialización.

El fruto de maracujá dulce requiere un tipo de empaque especial, lo que acaba valorizando el producto. Es un fruto que puede ser vendido tanto en embalajes con más de un fruto, así como puede ser vendido por unidad también. Es un fruto con una apariencia muy bonita, lo que aumenta la posibilidad de valorización en el mercado de frutos especiales.

## Bibliografía citada

BRAGA, M. F. *et al.*, Maracujá doce: melhoramento genético e germoplasma. *In*: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 601-617.

BRANCHER, A. Instalação da Cultura. *In*: MANICA, I. *et al.*, (org.). **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2011.

ICUMA, I. M. *et al.*, Pragas. *In*: MANICA, I. *et al.*, (org.). **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005b.

JUNG, M. S. **Adaptação de metodologias relacionadas à reprodução e análise da base genética de características do fruto do maracujazeiro doce (*Passiflora alata*)**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003. p. 2-8.

JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.*, Principais Doenças e Pragas. *In*: MANICA, I. *et al.*, (org.). **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005b.

JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.*, Melhoramento Genético do Maracujá-doce. *In: In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005a.

MACHADO, C. F.; *et al.*, 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, 2017. p. 59-80.

MANICA, I. Colheita - Embalagem - Armazenamento. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005b.

MANICA, I. Taxonomia – Anatomia - Morfologia. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005a.

MANICA, I.; OLIVEIRA JUNIOR, M. E. Maracujá no Brasil. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá**: produção e comercialização. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1999. 64 p. (Boletim Técnico, 181).

SANZONOWICZ, C.; ANDRADE, L. R. M. Nutrição, Adubação e Irrigação. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005.

SOUZA, J. S. I. e MELETTI, L. M. M. **Maracujá**: espécies, variedades, cultivo. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 179 p.

VASCONCELLOS, M. A. S.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. Tratos Culturais. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005b.

VASCONCELLOS, M. A. S.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; BUSQUET, R. N. B. Clima e Solo. *In: MANICA, I. et al.*, (org.). **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2005a.







Foto: Fabiano Bastos

## ***CAPÍTULO 3***

### **Maracuyá Perla: *Passiflora setacea* DC**

Ana María Costa







## Introducción

La especie *Passiflora setacea* DC. es una de las 154 especies del género *Passiflora* encontradas en el territorio brasileiro (The Plant List, 2016). Es conocida como maracuyá del sueño, en función de las propiedades de la pulpa según a los saberes populares (Madalena, et al., 2013). Puede ser encontrada en la región del Cerrado brasileño, en los bordes de los ríos en una región de transición con una Caatinga (bosques propios del Brasil). Sus ramas son densas, hojas de color verde oscuro y flores blancas que abren al final de la tarde y permanecen abiertas hasta el inicio de la mañana y eventualmente hasta la tarde, siendo estas flores polinizadas por insectos grandes y pequeños murciélagos (quirópteros). El fruto es verde oscuro con bandas verde-claras y no cambia de color cuando está maduro. La pulpa es dulce y menos ácida que el maracuyá amarillo o maracuyá ácido, siendo mucho más apreciada en el consumo *in natura* - fresco y como ingrediente en la elaboración de jugos, platos dulces y ensaladas. (Figura 1).



Fotos: Ana Maria Costa.

**Figura 1.** Hojas y frutos de *Passiflora setacea* BRS Pérola do Cerrado (A). Detalle de los frutos y de la pulpa (B).

La *Passiflora setacea* BRS PC, también denominada comercialmente como BRS Perla del Cerrado, o simplemente, maracuyá Perla fue desarrollada por el Programa de Mejoramiento Genético de Pasifloras, red de investigación coordinada por Embrapa.

Una variedad es el resultado de la selección masal con el objetivo de obtener plantas más productivas, con frutos sobresalientes y con características agronómicas

adecuadas para el cultivo comercial. La primera variedad registrada es protegida por el Ministerio de Agricultura, la cual fue lanzada en mayo de 2013 por Embrapa (Embrapa Cerrados, 2013).

A pesar del poco tiempo en el mercado, en virtud de sus cualidades sensoriales, el fruto ya es un éxito de comercialización entre los agricultores de diversas regiones brasileras, particularmente en el Distrito Federal, Río de Janeiro, Goiás y São Paulo.

## Germinación y producción de plántulas

En condiciones naturales la tasa de germinación de *P. setacea* es muy baja e irregular, así como un inadecuado desarrollo de las plántulas en vivero, una característica común en varias especies del género *Passiflora* (Costa, et al., 2010, Embrapa, 2013; Costa et al., 2015; Costa et al., 2016; Carvalho, 2017a). Siendo recomendados el uso de la mezcla de ácido giberélico con citoquininas para promover mejores índices de germinación y un monitoreo para evitar el exceso de agua en el riego, así como una fertilización en cobertura con nitrógeno y sulfato de magnesio para mejorar el desarrollo de las plántulas en vivero (Costa, et al., 2010; Embrapa, 2013; Costa et al., 2015; Moraes, 2016; Carvalho, 2017a).

Las plántulas deben ser preparadas a partir de semillas con garantía de origen genético (semillas de cultivares registrados). Aunque no sea recomendado comercialmente, es posible una producción de plántulas a partir de semillas de segunda generación o a partir de semillas de frutos colectados de plantas en su hábitat natural. En este caso, se debe coleccionar frutos de distintas plantas. Las semillas deben ser extraídas, lavadas, y secas en un lugar protegido del sol y aireado. Antes del almacenamiento o de la siembra, las semillas deben ser tratadas por un periodo de 20 a 60 minutos con una solución que contenga 300 ppm de la mezcla de ácido giberélico y citoquininas (4 e 7+N-(fenilmetil)-1H-Purina-6-amina (6-benziladelina)).

La siembra debe ser realizada con el uso de 2 a 3 semillas por tubete o bolsas plásticas de 3 Kg, considerando una tasa de germinación en el orden de 60 a 90%. Las plántulas de menor vigor de cada bolsa o contenedor deben ser descartadas. Los tubetes/bolsas, deben ser mantenidos en un lugar semi-sombreado (con 30 a 50% de sombreadamiento), una humedad relativa en la franja de 70 a 80%, riego cada dos o tres días (Embrapa 2013 e Embrapa, 2016; Costa et al., 2015).

Las enfermedades fúngicas (hongos) son las principales responsables por la pérdida de plántulas en vivero, siendo ellas la *Rizoctonia solani*; *Phytophthora* spp. y *Fusarium* spp. (Dianese, et al., 2017). El cuidado con la calidad del sustrato y el riego son fundamentales para evitar la ocurrencia de estas enfermedades.

Después de la emisión del segundo par de hojas, deben ser iniciadas las fertilizaciones foliares y de cobertura, con 50 ml de una solución de sulfato de amonio (10 g/L) y de magnesio (5 g/L) (Embrapa 2013; Costa et al., 2015). El proceso deber ser repetido

a cada 10 días, hasta que la planta tenga 1 m de altura, cuando la planta está lista para llevar al trasplante en el lugar definitivo (Costa et al., 2015).

Generalmente las plantas son comercializadas con tamaño entre 15 y 30 cm de altura. Son enviadas por transporte terrestre o aéreo, en cajas de icopor o de cartón donde las plántulas desnudas o en tubetes son acondicionadas y selladas. Las plantas en tubetes generalmente presentan mejores tasas de prendimiento (80 a 90%) en virtud de un menor estrés en el transporte. Independientemente de la forma de despacho de las plántulas, y las características que presenten, ellas deben ser transferidas a bolsas de 3 kg a 5 kg con sustrato fértil, irrigadas y mantenidas en un lugar semi-sombreado y protegido del ataque de hormigas hasta que obtengan el tamaño de 80 cm a 100 cm, situación que permite ser plantada en campo (Costa et al., 2015).

## Cultivo

El cultivo de maracuyá perla presenta tolerancia a las principales plagas de los maracuyás. Ha sido observado eventuales ataques de chinches durante el periodo de diciembre a febrero y de hormigas cortadoras en el periodo de plantas jóvenes, que pueden causar la pérdida de plantas en el campo (Oliveira, 2014, Guimarães et al, 2013; Embrapa, 2016).

Estudios realizados por Dianese y colaboradores (2017) mostraron una ocurrencia de lesiones en las ramas y hojas, sin daños económicos, causados por los hongos *Colletotrichum* spp, *Pseudocercospora passiflorae-setacea*. Los autores también mostraron una ocurrencia eventual de *Cladosporium* spp (Verrugosis o roña). La verrugosis o roña es una grande preocupación en los cultivos de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims), pues causan baja productividad, y pérdida de la calidad del fruto para la comercialización. En el caso de *P. setacea*, se evidenció pequeñas lesiones en la cáscara de los frutos, sin registrar alteraciones en la productividad o calidad de la pulpa. En relación a las virosis, se verificó síntomas de mosaico en las hojas, sin registro de pérdidas sugeridas por la enfermedad (Dianese, et al., 2017).

La gran tolerancia de las plantas a las principales enfermedades es lo que hace al cultivo atractivo para la producción orgánica y uso en proyectos paisajísticos (Dianese, et al., 2017; Costa et al., 2017).

La *P. setacea* tiene un buen desarrollo en suelos bien drenados y en localidades con pleno sol o sombreado leve. Suelos propensos a encharcamiento debe ser evitados, pues pueden llevar a la muerte a las plantas. El sombreado moderado a denso genera atrasos en la producción, baja productividad o ausencia de productividad. Tal situación debe ser considerada cuando la planta es tenida en cuenta en proyectos paisajísticos donde se espera la producción de frutos.

Un cuidado importante para minimizar la pérdida de plántulas en campo es introducir las plantas con un mayor porte (mayor desarrollo) y controlar las hormigas



cortaderas. Una vez las plantas están listas para la siembra, se recomienda, también que las mismas sean mantenidas en las bolsas al lado del hueco-hoyo, por unos dos a tres días para que sean aclimatadas, solamente después se retira la bolsa de la planta y se realiza la siembra. Un buen cuidado reduce las pérdidas en hasta un 98%.

Considerando que las plantas se mantienen productivas hasta por 10 años, se recomienda que los huecos sean preparados con dimensiones de 60 cm de diámetro y 60 a 80 cm de profundidad. El suelo debe ser corregido conforme a la orientación técnica para el cultivo de maracuyá Perla de acuerdo con los resultados del análisis de suelo (Guimarães et al., 2013). El pH debe ser ajustado con uso preferiblemente de cal dolomítica, para suministrar, tanto calcio como también magnesio como nutriente.

La *P. setacea* es exigente en Magnesio y Boro, cuya deficiencia lleva a bajo desarrollo de flores y frutos, también de la pérdida de la calidad de frutos en virtud de defectos en la cáscara (Figura 1) y consecuentemente la pérdida de productividad. Para evitar el problema de deficiencia de Magnesio, se recomienda el suministro como sulfato de magnesio en fertilización de cobertura a cada 40 días administrada en conjunto con una fuente de fertilizante nitrogenado, preferencialmente orgánica.



Fotos: Ana Maria Costa.

**Figura 2.** Síntomas de deficiencia de magnesio en hojas de *Passiflora setacea* BRS perla del cerrado (A) y de Boro en frutos (B).

En el caso de que el productor opte por el cultivo orgánico, la corrección del suelo puede ser hecha a partir de la mezcla de fertilizantes permitidos por los certificadores de producción orgánica. La acidez puede ser ajustada con uso de cal dolomítica. Una fuente de potasio puede ser de origen de rocas, como biotita lutita o fonolito, u orgánica como los lodos o desechos del café. El fósforo puede ser obtenido a partir de

rocas fosfatadas, siendo el más común el Yoorim. El nitrógeno puede ser obtenido a partir de residuos orgánicos curtidos (compostajes, estiércol de ganado, o gallinazas, etc).

Se recomienda la preparación y utilización de los Bokashi, que son fermentados orgánicos compuestos por la mezcla de diferentes nutrientes para componer fuentes de fertilización de siembra y de cobertura. En su proceso de producción hay un enriquecimiento de microorganismos (levaduras; actinomicetos; bacterias productoras de ácido láctico; bacterias fotosintetizadoras) que ayudan a equilibrar el suelo y aumentar la disponibilidad de nutrientes de fuentes de rocas.

Importante resaltar que las cantidades de los fertilizantes deben estar de acuerdo con los requerimientos nutricionales del suelo y la planta, por tanto, es necesario un análisis de los minerales presentes en diferentes fuentes y una mezcla que será usada como fertilizante.

La legislación de los productos orgánicos en Brasil, permite el uso de compuestos sulfatados (ej: sulfato de magnesio y de potasio) o de fertilización con micronutrientes. Estas fuentes son importantes porque no es raro ver que el volumen de la roca utilizada para suplementar el mineral excede la capacidad del hoyo. En estos casos, se recomienda el fraccionamiento de la fuente de nutriente en la fertilización de siembra y cobertura, y es necesario, hacer una suplementación con una fuente sulfatada.

Independiente de que el cultivo sea orgánico o convencional, es necesario mantener las entrelíneas y entre plantas protegidas con paja o mulch, para promover la mejora de la actividad microbiológica del suelo y minimizar la incidencia de plantas dañinas (malezas). Recordando que las especies de maracuyá no toleran el uso de herbicidas.

El espaciamiento del cultivo puede ser de 2,5 m a 3 m entre plantas y 2,5 m a 3,5 m entre líneas, dependiendo del nivel de mecanización utilizada en el cultivo (Guimarães, et al., 2013).

La *P. setacea* por su hábito de crecimiento trepador, necesita, por tanto, de un soporte para que la planta desarrolle una arquitectura adecuada para una buena productividad. En proyectos paisajísticos, la planta debe ser conducida próxima a muros, cercas, y en pérgolas. En cultivos comerciales la planta debe ser conducida en espaldera o emparrados (Costa et al., 2014a, Carvalho, 2017b).

En la producción comercial de maracuyá perla, en general se utiliza un sistema de espaldera con 4 a 5 alambres. La conducción difiere de los cultivos de maracuyá ácido (*Passiflora edulis* Sims) en virtud de que el maracuyá perla presenta mayor masa de ramas y necesita de mayor exposición de las flores al polinizador (Costa et al., 2014a). En función de la mejor exposición a los polinizadores, los emparrados tienden a ser más productivos que las espalderas. Los estudios llevados a cabo por Costa y colaboradores (2014a) verifican que, en el periodo de agosto a abril de 2014, la productividad por planta en el emparrado fue de 20,6 Kg y de 15,8 Kg en espaldera. No se observaron diferencias en la calidad físico químicas de la pulpa entre los dos sistemas (Costa et al., 2014b; Carvalho, 2017b). Entretanto, para carotenoides y vitamina C, las espalderas generan frutos con contenidos más elevados en estos compuestos de interés funcional (Carvalho, 2017b).

## Floración y fructificación

La floración de *P. setacea* BRS Perla del cerrado se inicia, aproximadamente, después de los 3 a 5 meses de siembra de las plántulas en el área definitiva. Las flores son blancas y abren al anochecer y son polinizadas por insectos grandes (mariposas) responsables del 20% de las flores polinizadas, y murciélagos nectarívoros de la familia quirópteros, responsables por el 80% de las polinizaciones (Figura 3) (Ferreira, 2013). Durante el día es posible encontrar otros visitantes como *Apis mellifera* (abeja), que, en el caso de esta especie de maracuyá, no representa plaga, pues la polinización ya ocurrió durante la noche.



Foto: Ana Maria Costa (A) y Ferreira, 2013 (B y C)

**Figura 3.** Detalle de la flor de *Passiflora setacea* BRS Perla del Cerrado con visitantes de abejas (*Apis mellifera*) (A). Murciélago da familia de los quirópteros con polen de *P. setacea* (B) y confirmación del origen del grano de polen de *P. setacea* obtenido del murciélago capturado (C).

El cuajamiento de las flores es relativamente bajo en la *P. setacea*, así como en la mayoría de las pasifloras, está en la franja de 20 a 30%. Entretanto, si los valores estuvieran por debajo de esta franja, se recomienda verificar la necesidad de fertilización de cobertura y de mulch al pie de la planta. Si la planta estuviera bien nutrida y bien conducida, y de igual manera, estuviera presentando bajo desarrollo, se recomienda evaluar la presencia del polinizadores. Entonces de debe realizar la polinización manual en las primeras horas de la noche o del día. Si el cuajamiento de las flores polinizadas artificialmente fuera estadísticamente superior al de las flores marcadas y sin polinizar manualmente, puede ser indicio de la falta del polinizador en el área. En este caso, se recomienda la siembra de plantas de banano, para favorecer el establecimiento de los polinizadores, considerando que estas plantas sirven de barbecho y protección para los quirópteros y aguardar el establecimiento de polinizadores en el área.

Bomtempo y colaboradores (2016) realizaron un acompañamiento del desarrollo del maracuyá Perla a partir de la fecundación de la flor hasta la cosecha y senescencia del fruto (Figura 4). En el estado 1 de desarrollo (G0) comprende los frutos con edad de 6 a 8 días a partir de la antesis. Se evidencia que en este periodo que la pulpa aún no

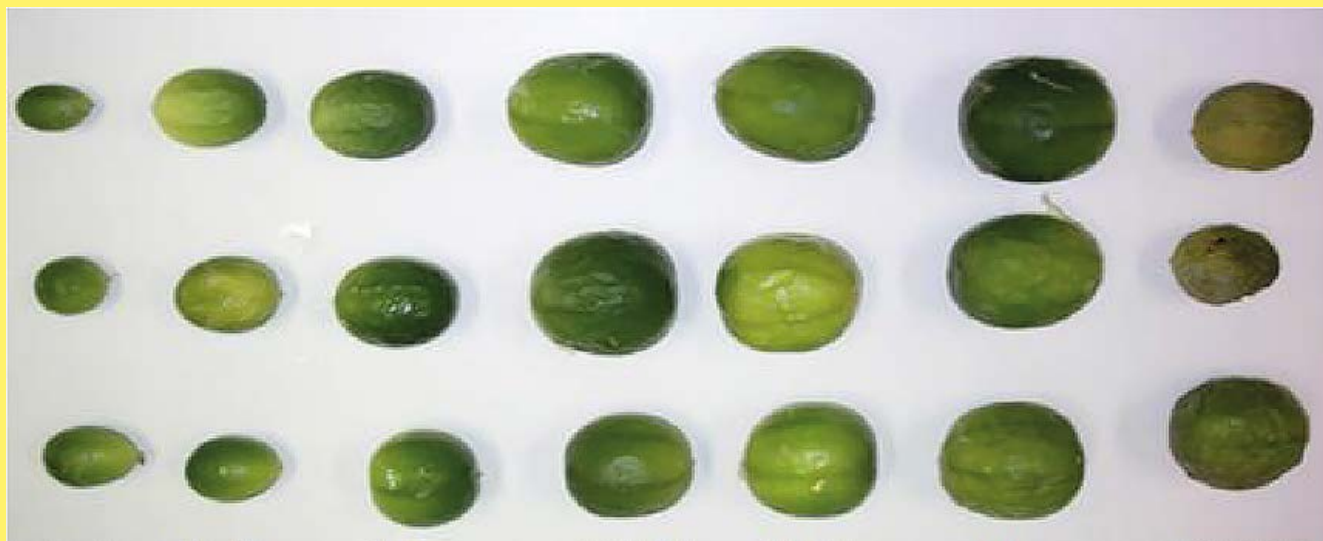


fue formada y poco o ningún desarrollo de pigmentación en las semillas. En el estado 2 (G1) comprende frutos con 9 a 12 días de antesis. Se observa un periodo de desarrollo de las semillas, así como el inicio de la pigmentación, que en esta fase se muestra des-uniforme, y el inicio de la formación de la pulpa. En el estado 3 (G2) comprende los frutos con edad de 12 a 15 días después de la antesis. Este periodo es marcado por la ganancia de pulpa y pigmentación de las semillas. Los tres primeros estados comprenden los frutos aún “verdes”. El punto de maduración, estado 4 (PM) comprende el periodo que antecede al punto de culminación del fruto en la planta, situación que ocurre, generalmente, entre 25 a 40 días después de la antesis. El fruto completa su desarrollo y maduración entre 40 a 50 días de apertura de la flor. Y al llegar el punto de madurez fisiológica, el fruto culmina en la planta, indicando el punto de cosecha. Los estadíos 5 comprende el periodo de 5 días después al punto de madurez fisiológica (40 a 45 días después de la antesis) y el estado 6 (46 a 50 días después de la antesis) comprende los frutos maduros no senescentes. Los diámetros longitudinales y transversales no difieren estadísticamente en relación a los frutos de PM, siendo verificado, sin embargo, que estos estadíos presentan masa un poco superior (87,4 y 92,04 g). los estadíos 5 y 6 (R1 y R2) comprenden el periodo en que el fruto continúa sus procesos fisiológicos después de desprendido de la planta. Ellos no difieren estadísticamente en términos de humedad de la pulpa (84,84% e 88,26%). Sin embargo, R1 presenta contenidos de sólidos solubles totales (SST:  $11,5 \pm 0,59^\circ$ Brix) y acidez (pH:  $2,59 \pm 0,05$ ) respectivamente menores y más altos en relación a R2 (SST:  $13,6 \pm 0,44^\circ$ Brix y pH:  $2,57 \pm 0,01$ ). El estadío 7 comprende los frutos senescentes (S) con edad superior a 50 días después de la antesis (51 a 55 días). En esta etapa los frutos presentan reducción de diámetros y masa ( $45,00 \pm 5,00$  g); SST equivalente a los frutos de R2; pH  $2,92 \pm 0,04$  y humedad de  $87,95 \pm 1,31\%$  equivalente a R1 y R2.

Como puede ser observado en la Figura 4, los frutos de *P. setacea* no presentan cambios en la coloración a lo largo del proceso de desarrollo y maduración. En virtud del fruto no alterar el color durante la maduración los productores rurales vienen realizando la cosecha a partir de los frutos caídos al suelo.

Los frutos en estadío de madurez fisiológica presentan diámetro longitudinal de 5 cm a 6 cm y un diámetro transversal de 4 a 5 cm, una masa en torno de 50 g a 120 g (Figura 5), rendimiento de pulpa sin semilla en el orden de 30 a 38% (Embrapa, 2016; Lima et al., 2015; Bomtempo et al., 2016).

Según Vieira (2013) el rendimiento de los valores de masa media de los frutos maduros de *P. setacea* estuvieron en la franja de  $53 \pm 4$  g. De estos,  $43 \pm 2$  % corresponden al porcentaje de cáscara,  $57 \pm 3\%$  de pulpa con semillas, siendo la humedad de la cáscara en la franja de  $80 \pm 3\%$  y de la pulpa con semilla de  $75 \pm 3\%$ . En comparación a las especies de *P. edulis* Sims, *P. tenuifila* y *P. alata*, la *P. setacea* fue la que presentó mayor rendimiento de pulpa y menor porcentaje de cáscara.



Fonte: Bomtempo et al 2016

**Figura 4.** Estadios de desarrollo de los frutos de *Passiflora setacea* BRS Perla del Cerrado. El número de días se refiere a datos de la antesis de la flor.

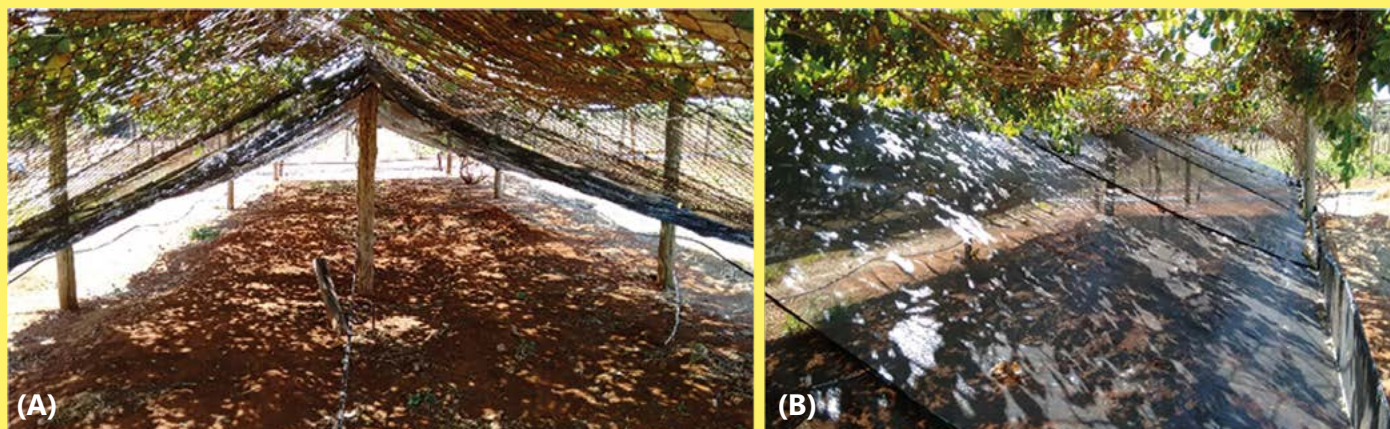
La pulpa deshidratada de *P. setacea* presenta  $1551 \pm 37$  mg/100g de sacarosa,  $600 \pm 14$  mg/100g de glucosa e  $606g \pm 4$  mg/100g de fructosa.

El maracuyá perla en estado maduro presenta pulpa con sólidos solubles totales (SST) arriba de los 13°Brix, pudiendo ser clasificado en la categoría de los maracuyás dulces. También presenta menor acidez cuando es comparado con el maracuyá amarillo-ácido (*P. edulis* Sims). En virtud del equilibrio entre la dulzura y la acidez, que se reflejan en los valores de la ratio, los frutos son apropiados para el consumo *in natura* (fresco) y el uso de la pulpa para jugos (CAMPOS, 2010, VIEIRA, 2013; VIANA et al., 2015 e 2016, Embrapa 2017).

## Cosecha y poscosecha

Las enfermedades más comunes en la pos-cosecha observadas en frutos de *P. setacea* en los cultivos acompañados por los equipos de Embrapa en diferentes regiones del país fueron: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Cladosporium*, spp., *Rhizopus* spp (Dianese et al., 2017; Rinaldi et al., 2017).

Para minimizar la incidencia de enfermedades pos cosecha por contaminación con microorganismos del suelo, Embrapa Cerrados desarrolló un sistema de colecta de frutos por medio de una malla o red, tal como se presenta en la Figura 5.



**Figura 5.** Sistema de cosecha de frutos de maracuyá perla conducido en emparrado-parra por medio de redes o mallas. A y B. Imagen frontal y lateral del cultivo con cosecha en malla.

En el caso de la imposibilidad de usar esta malla, se recomienda que el suelo esté protegido con paja o mulch vegetal o un plástico.

Otros cuidados también son recomendados para garantizar mejor calidad y longevidad de los frutos, como la cosecha en las primeras horas del día, para reducir la velocidad de senescencia (vejez); sombreado y protección de las cajas con paños limpios durante la cosecha de los frutos, cuidados en el empaque y acondicionamiento de los frutos de tal manera que se evite daños mecánicos en las cáscaras, evitar temperaturas excesivas en el transporte (Rinaldi et al., 2017).

Para el almacenamiento, los frutos deben ser lavados en agua corriente de buena calidad, puestos en escurridores y secos con papel toalla para minimizar el ataque de enfermedades pos-cosecha. No se recomienda el uso de detergentes y desinfectantes en el proceso de lavado, por reducir la durabilidad de los frutos. Para mayor longevidad de los frutos se recomienda el almacenamiento refrigerado y en el caso de consumo en natura – fresco, el acondicionamiento en embalajes de poliestileno expandido (icopor) seguido de un revestimiento con una película flexible de Policloruro de Vinilo (PVC) de una espesura de 10  $\mu\text{m}$  a 12  $\mu\text{m}$  (Rinaldi et al., 2017).

## Composición fitoquímica de la pulpa

La pulpa del maracuyá perla puede ser considerada de buena calidad nutricional y funcional, considerando los contenidos de minerales, proteínas, composición lipídica, compuestos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides) y poliaminas (Tablas 1 y 2).

La pulpa fresca es rica también en Vitamina C. Cien gramos de pulpa fresca suministran hasta 100% de las necesidades diarias (Viana, et al., 2015 e 2016; Campos, 2010; Duarte, 2015).

En el análisis de la composición de aminoácidos libres, realizado por Gadioli (2017) que fue presentada en la Tabla 2 y donde es posible verificar la presencia de 16 aminoácidos, de los cuales 9 son esenciales.

En comparación a otros alimentos, la pulpa de *P. setacea* presenta mayores contenidos de ácido aspártico en relación a los de papaya, mango y pulpa de pitahaya. Así como buenos contenidos de Prolina, siendo los valores de pulpa superiores a los encontrados en los dulces de banano y de la papaya, pulpa de cajú brasileiro y mango (Tabela, 2015).

Según Gadioli (2017) la especie también presenta buena calidad de aminos bioactivas (Tabla 2).

**Tabla 1.** Composición mineral, centesimal y características físico-químicas de pulpa deshidratada y fresca de *Passiflora setacea* BRS Pérola do Cerrado (Embrapa, 2017).

Parámetros físico-químicos	Pulpa deshidratada	Pulpa fresca
Sólidos Solubles Totales (° Brix)	-	13,57
Acides Titulable en Ácido Cítrico	-	2,92%
pH	-	3,43
Ratio	-	4,65
Humedad	20%	80%
Cenizas	3,40%	0,68%
Sodio	4,35 mg/100g	0,87 mg/100g
Fósforo	220,6 mg/100g	44,13 mg/100g
Potasio	1493,5 mg/100g	298,70 mg/100g
Calcio	40,50 mg/100g	8,10 mg/100g
Magnesio	73,10 mg/100g	14,62 mg/100g
Azufre	249,67 mg/100g	49,93 mg/100g
Boro	0,36 mg/100g	0,07 mg/100g
Cobre	1,06 mg/100g	0,21 mg/100g
Hierro	5,18 mg/100g	1,04 mg/100g
Manganeso	1,37 mg/100g	0,27 mg/100g
Zinc	1,65 mg/100g	0,33 g/100g
Proteínas	4,75 g/100g	0,95 g/100g
Fibras	7,5g	1,5 g/100g
Grasa total	2,4 g/100g	0,48 g/100g
Vitamina C	-	41,48 mg/100g
Calorías	434	86,8 Kcal/100g
Carbohidratos	81,95%	16,39



**Tabla 2.** Aminoácidos y aminos bio-activas, en peso fresco (PF), de pulpas, semillas y hojas de *Passiflora setacea* BRS Pérola do Cerrado (Gadioli, 2017).

Aminoácidos	<i>Passiflora setacea</i>		
	Hojas (mg/L)	Pulpa (mg/100g PF)	Semillas (mg/100g FW)
Ácido Aspártico (Asp)	8.1 <sup>e</sup> ± 0.4	36.7 <sup>a</sup> ± 2.8	24.2 <sup>b</sup> ± 2.3
Serina (Ser)	20.0 <sup>a</sup> ± 0.9	5.3 <sup>d</sup> ± 0.5	4.7 <sup>d</sup> ± 0.4
Glicina (Gly)	-	0.5 <sup>d</sup> ± 0.1	-
Ácido Glutâmico (Glu)	11.9 <sup>a</sup> ± 1.1	7.4 <sup>c</sup> ± 0.6	8.8 <sup>b</sup> ± 0.6
Histidina (His)	5.7 <sup>c</sup> ± 0.6	0.8 <sup>d</sup> ± 0.1	0.5 <sup>d</sup> ± 0.1
Treonina (Thr)	3.1 <sup>a</sup> ± 0.2	0.8 <sup>e</sup> ± 0.1	1.2 <sup>d</sup> ± 0.1
Arginina (Arg)	6.5 <sup>c</sup> ± 0.5	2.1 <sup>d</sup> ± 0.2	3.7 <sup>d</sup> ± 0.3
Alanina (Ala)	10.4 <sup>b</sup> ± 0.4	3.4 <sup>c</sup> ± 0.3	3.6 <sup>c</sup> ± 0.3
Fenilalanina (Phe)	8.8 <sup>a</sup> ± 0.4	0.2 <sup>f</sup> ± 0.0	0.7 <sup>e</sup> ± 0.0
Prolina (Pro)	71.2 <sup>a</sup> ± 2.7	30.7 <sup>c</sup> ± 2.8	22.4 <sup>d</sup> ± 2.2
Tirosina (Tyr)	5.9 <sup>c</sup> ± 0.4	0.7 <sup>e</sup> ± 0.1	2.1 <sup>d</sup> ± 0.3
Valina (Val)	10.8 <sup>a</sup> ± 0.3	1.5 <sup>d</sup> ± 0.1	2.1 <sup>cd</sup> ± 0.4
Metionina (Met)	4.0 <sup>a</sup> ± 0.3	-	-
Lisina (Lys)	1.8 <sup>b</sup> ± 0.1	1.0 <sup>cd</sup> ± 0.1	0.8 <sup>d</sup> ± 0.1
Isoleucina (Ile)	1.5 <sup>b</sup> ± 0.1	0.5 <sup>f</sup> ± 0.1	0.8 <sup>e</sup> ± 0.0
Leucina (Leu)	0.8 <sup>c</sup> ± 0.1	0.4 <sup>d</sup> ± 0.0	1.1 <sup>b</sup> ± 0.1
Aminas Bio-activas	Hojas (mg/L)	Pulpa (mg/100g PF)	Semillas (mg/100g PF)
Histamina (Him)	-	1.4 <sup>b</sup> ± 0.2	1.0 <sup>c</sup> ± 0.1
Agmatina (Agm)	-	0.4 <sup>b</sup> ± 0.0	-
Tiramina (Tym)	2.0 <sup>a</sup> ± 0.2	0.2 <sup>b</sup> ± 0.0	-
Putrescina (Put)	22.2 <sup>a</sup> ± 1.3	2.1 <sup>c</sup> ± 0.2	1.9 <sup>cd</sup> ± 0.2
Hesperidina (Spd)	-	0.6 <sup>c</sup> ± 0.1	-
Espermina (Epm)	-	-	-
Feniletilamina (Pea)	-	-	1.0 <sup>a</sup> ± 0.1
Contenidos totales de aminos bio-activas <sup>1</sup>	24.2	47	3.9

<sup>1</sup> Valores obtenidos de la suma de las aminos biogénicas y poliaminas.

Los compuestos fenólicos son sustancia que poseen un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxílicos, incluyendo los grupos funcionales. Pudiendo ser encontrados como moléculas simples e incluso otras con un alto grado de polimerización (fenoles simples, ácidos fenólicos derivados de ácidos benzoicos y cinámico, cumarinas, flavonoides, estilbenos, taninos condensados o proantocianidinas e hidrolizables, lignanas y ligninas). Están asociados a varios efectos biológicos atribuidos al género *Passiflora*, incluidos los relacionados al sistema nervioso e inmunológico (Dhawan et al., 2004; Costa 2017).

Vieira (2013) encontró valores de fenólicos totales en la pulpa deshidratada de *P. setacea* en el rango de 140 mg EC/100g. Los valores pueden ser considerados equivalentes a los determinados en las especies *P. edulis*, *P. alata* y *P. tenuiflora*, y más bajos cuando son comparados a los valores encontrados en las semillas. También fue determinado el contenido de proantocianidinas por dos métodos, siendo encontrados valores entre  $45,8 \pm 1,1$  mg de taninos quebracho/g de muestras (método n-butanol) y de  $61,4 \pm 2,6$  mg equivalente de prociadina B2/g de muestra seca (método DMAC), con equivalencia a monómeros y dímeros. Las proantocianidinas fueron asociadas a diversos procesos ligados al mantenimiento del equilibrio de la respuesta inflamatoria.

Por medio de perfil de flavonoides fue posible identificar en la pulpa la presencia de flavona, flavonol y flavonona, habiendo sido identificado, en las muestras secas (bs), homoorientina (0,1 mg/100g bs), isovitexina (0,2 mg/100g bs) (VIERIA, 2013). Es importante destacar la existencia de otras posibles moléculas de flavonoides presentes en el cromatograma, que no corresponden a patrones encontrados normalmente en las especies de pasifloras.

Dentro de los alcaloides descritos en pasifloras, se verificó en la pulpa deshidratada de *P. setacea* la presencia solamente de harmana, en el rango de 0,003 mg/100 g, no habiendo sido detectada la harmina. Los alcaloides en pasifloras fueron correlacionados al efecto calmante atribuido al consumo de hojas, lo que sugiere que la pulpa puede presentar esta propiedad (Dhawan et al, 2004).

## Frutos y productos a base de *Passiflora setacea*

El éxito de la estructuración de una cadena productiva está en la capacidad de atender las expectativas de calidad al consumidor final. Por tanto, en el caso de los frutos de la biodiversidad desconocidos de los centros urbanos, los estudios sensoriales son fundamentales para re-direccionar el segmento de mercado que el productor irá a atender, o sea, si el producto será utilizado como ingrediente agroindustrial o se atenderá la demanda para el mercado de pulpa o fruto *in natura* (fresco).

El estudio sensorial de maracuyá perla (Carvalho et al., 2016a,b; Carvalho et al., 2017) indicó óptima aceptación global del fruto para el consumo de la pulpa de los frutos *in natura* (fresco) y de la pulpa. Los resultados de percepción hedónica de los frutos obtenidos de 64 encuestados con edad superior a los 18 años fueron de 7,87 que corresponde a "me gusta mucho" y la aceptabilidad del 96%. Estudios realizados por otros autores con naranja, piña, uva niágara, obtuvieron medias de aceptación global que varían entre 5,8 y 7,6 (Corrêa, 2014; Petry et al., 2015), y con ensaladas de frutas, con medias de 4,7 a 7,1 (Manzocco et al., 2013).

Los resultados del análisis sensorial fueron reflejados en la rápida estructuración de producción en diferentes regiones brasileras, en particular en el DF, Goiás, Río de Janeiro y Sao Paulo, donde el fruto puede ser encontrado en ferias, fruterías y supermercados de frutos de alta calidad (Costa et al., 2017). Gradualmente la pulpa se

viene estableciendo como un producto gourmet ofrecido en los restaurantes de estas regiones, despertando así el interés de empresas de pulpas de estas regiones para la fabricación de productos.

Actualmente el maracuyá perla puede ser encontrado en la elaboración de platos dulces como mousses, postres, tortas, platos salados como un acompañamiento destacado de peces y carnes, también como ingrediente de preparación de bebidas especiales, siendo algunas preparaciones disponibles en los sitios de los productores y chefs de restaurantes.

## Bibliografia citada

BOMTEMPO, L. L. *et al.*, Bioactive amines in *Passiflora* are affected by species and fruit development. **Food Research International**, v. 89-1, pp. 733–738, 2016.

CAMPOS, A. V. **Características físico-químicas e composição mineral de polpa de *Passiflora setacea***, 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, 2010. (Publicação nº 019/2010).

CARVALHO, M. *et al.*, Aceitabilidade de frutos de *Passiflora setacea* para o consumo in natura. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura: Fruteiras Nativas e Sustentabilidade**, São Luiz - MA, 2016b. Disponível em: [http://tmeventos.com.br/frut2016/trabalhos/trab/trabalho\\_1815.pdf](http://tmeventos.com.br/frut2016/trabalhos/trab/trabalho_1815.pdf). Acesso em: 04 maio 2020.

CARVALHO, M. *et al.*, **Phytochemical and sensory quality of *Passiflora setacea* pulp processed with seeds**. In 30 th EFFoST International Conference. Annals Phytochemical and sensory quality of *Passiflora setacea* pulp processed with seeds. In 30 th EFFoST International Conference Targeted Technologies for Sustainable Food Systems. Elsevier, Viena, 2016a. p.1-1.

CARVALHO, M. *et al.*, Sensory and phytochemical quality of passiflora setacea nectar, a wild passiflora from Brazilian Savanna. **Encuentro gastronômico de las Américas**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/EGA/article/view/12501/7845>. Acesso em: 04 maio 2020.

CARVALHO, M. V. O. **Efeito do sistema de condução (latada ou espaldeira) e estação do ano em compostos bioativos, atividade antioxidante e qualidade sensorial de polpa de *Passiflora setacea***. 2017. 235 f. Dissertação (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2017b.

CARVALHO, R. V. **Viabilidade com indutores vegetativos antes e após o armazenamento em embalagens comerciais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Agronomia, Universidade de Brasília, 2017.

CORRÊA, S. C. **Predição da aceitação sensorial de frutas por meio de parâmetros físicos e físico-químicos utilizando modelo multivariado**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

COSTA J. C.; SIMÕES, O. C.; COSTA A. M. **Escarificação mecânica e reguladores vegetais para superação da dormência de sementes de *Passiflora setacea* D.C.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. p. 16. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 271).



COSTA, A. M. *et al.*, **Geração tecnológica integrada para uso sustentável da biodiversidade:** maracujá pérola. Prêmio Celso Furtado de Desenvolvimento Regional.4. ed. Categoria Práticas Exitosas de Produção e Gestão Institucional, pelo Ministério da Integração Nacional, 2017. p.82-88.

COSTA, A. M. *et al.*, Germinação de sementes armazenadas de *Passiflora setacea* BRS PC. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura:** Fruteiras Nativas e Sustentabilidade, São Luiz - MA, 2016. Disponível em: [http://tmeventos.com.br/frut2016/trabalhos/trab/trabalho\\_1814.pdf](http://tmeventos.com.br/frut2016/trabalhos/trab/trabalho_1814.pdf). Acesso em: 04 maio 2020.

COSTA, A. M. *et al.*, **Produção de Mudanças de Maracujazeiro Silvestre (*Passiflora setacea*).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 5 p. (Comunicado Técnico 176).

COSTA, A. M.; CELESTINO, S. M. C.; MORAIS, K. L. Influência do tipo de condução na qualidade físico-química da polpa do BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*). In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Cuiabá, 2014b.

COSTA, A. M.; MORAIS, K. L.; SANTOS, F. E. Influência do tipo de condução na produção do maracujá silvestre BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*). In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Cuiabá, 2014a.

DHAWAN, K.; DHAWAN S.; SHARMA, A. ***Passiflora: a review update***. Journal of Ethnopharmacology, 2004; 94: 1-23.

DIANESE, A. C. *et al.*, **Doenças dos Maracujazeiros Silvestres *Passiflora tenuiflora*, *Passiflora setacea* e *Passiflora alata* em Planaltina, DF.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. p. 25. (Documentos 344).

DUARTE, I. A. E. **Efeito agudo do consumo de suco de *Passiflora setacea* na capacidade fagocitária, na produção de corpúsculos lipídicos e radicais livres por monócitos de indivíduos com sobrepeso.** 2015. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2015.

EMBRAPA CERRADOS. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado.** 2013. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>. Acesso em: 02 dez. 2013.

EMBRAPA. **Cultivar de maracujazeiro silvestre com quádrupla aptidão:** consumo *in natura*, processamento industrial, ornamental e funcional (BRS PC). Folder técnico. 2016. 2 p.

EMBRAPA. **Produção de Mudanças de Maracujazeiro Silvestre BRS Pérola do Cerrado.** Folder técnico. 2013. 2 p.

EMBRAPA. **Propriedades e usos da *Passiflora setacea* (BRS PC) Pérola do Cerrado.** Folder técnico. 2p. 7 impressão. 2017.

FERREIRA, J. B. **Determinação do polinizador efetivo de *Passiflora setacea* D.C. (*Passifloraceae*).** 18 p. 2013. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013.

GADIOLI, I. L. **Obtenção, caracterização química, propriedades antioxidantes e antimicrobianas de extratos de polpas, sementes e folhas de passifloras silvestres para formulação de nanoemulsões.** 2017. 136 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2017.

GADIOLI, I. L.; BRITO, E. S. de; PINELI, L. L. O.; COSTA, A. M. Phenolic compounds profile of Brazilian wild *passifloras* leaves. In: **7th ICPH - International conference on polyphenols and health**, 2015, Tours – França. Clermond Ferrant - França: INRA - Clermond Ferrant, 2015. v. 1. p. 296-296. Disponível em: [http://www.icph2015.com/images/ABSTRACT\\_BOOK\\_LD.pdf](http://www.icph2015.com/images/ABSTRACT_BOOK_LD.pdf). Acesso em: 04 maio 2020.

GUIMARÃES, T. G. *et al.*, **Recomendações técnicas para o cultivo de *Passiflora setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 4 p. (Comunicado Técnico 174).

LIMA, H. C. *et al.*, Padrão de crescimento e maturidade em frutos de maracujazeiro *Passiflora setacea*, cv. BRS PC. In: **61ª Reunião anual da sociedade interamericana de horticultura tropical**. Manaus, AM: Embrapa, 2015. p. 100-100. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1029993/1/AnaisISTHnov2015.pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.

MADALENA, J. O.; COSTA, A. M.; LIMA, H. C. Avaliação de usos e conhecimentos de maracujás nativos como meio para definição de estratégias de pesquisa e transferência de tecnologia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 30, p. 33-53, 2013.

MANZOCCO, L.; RUMIGNANI, A.; LAGAZIO, C. Emotional response to fruit salads with different visual quality. **FoodQuality and Preference**, v. 28, p. 17–22, 2013.

MORAES, K. L. **Avaliação de indutores vegetativos na germinação de *Passiflora setacea*, BRS Pérola do Cerrado (BRS PC)**. 2016. Trabalho conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - UPIS. 2016.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. **Principais pragas do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) e seu manejo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. p.44. (Documentos 323)

PETRY, H. B. B. *et al.*, Physical and chemical evaluation and consumer acceptance of 'Valencia' oranges grown under organic and conventional production systems. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 619-625, 2015.

PINELI, L. L. O *et al.*, Antioxidants and sensory properties of the infusions of wild passiflora from Brazilian savannah: potential as functional beverages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 1500-1506, 2014.

RINALDI, M. M. *et al.*, **Recomendações de Manuseio e Conservação Pós-Colheita de Frutos de *Passiflora setacea* e *Passiflora alata***. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. (Comunicado Técnico 179). Disponível em: [http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/comtec/comtec\\_179.shtml](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/comtec/comtec_179.shtml). Acesso em: 15 mar. 2017.

TABELA brasileira de composição de alimentos: TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2015. 161 p.

THE PLANT LIST. **The Plant List**. v. 1. n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 20 dez. 2016.

VIANA, M. L.; COSTA, A. M.; CELESTINO, S. M. C. Composição nutricional da polpa do maracujá BRS Pérola do Cerrado. In: **11º SLACA – Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 8 a 11 nov. 2015**. Campinas – SP. Anais: 11 SLACA - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos: Ciência de Alimentos: Qualidade de Vida e Envelhecimento Saudável, SBCTA, 2015. p.1-1. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/slaca/slaca-2015/trabalhos/composicao-nutricional-da-polpa-do-maracuja-brs-perola-do-cerrado>. Acesso em: 05 maio 2020.

VIANA, M. L.; COSTA, A. M.; CELESTINO, S. M. C. **Informações para a composição de tabela nutricional da polpa do maracujá BRS Pérola do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 19 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 335).

VIEIRA, G. P. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e alcaloides em folhas e frutos (pericarpo, polpa, sementes) de *Passifloras* spp**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.







Fotos: Fábio Gelape Faleiro

## **CAPÍTULO 4**

### **Granadilla: *Passiflora ligularis* Juss**

Diego Miranda Lasprilla





## Importancia económica y social

La familia Passifloraceae cuenta con cerca de 2000 especies distribuidas principalmente en los Andes tropicales entre los 1.500 y 2.500 msnm (Killip, 1938). El género *Passiflora* es económica y numéricamente el más importante de la familia con 165 especies, dentro de las cuales se reportan 80 especies con fruto comestible. La granadilla es originaria de América tropical, y se cultiva desde el norte de Argentina hasta México. Colombia es uno de los más importantes productores de fruta a nivel mundial, junto con Venezuela, Sudáfrica, Kenya y Australia (Miranda *et al.*, 2002; Miranda *et al.*, 2009), se la considera la segunda pasiflora de importancia económica en Colombia, hace parte de la oferta exportadora frutícola y se produce en los departamentos de Huila, Cundinamarca, Antioquia, Caldas, Risaralda y Boyacá, entre otros (SIOC, 2019).

En Colombia en el período 2004 a 2018 se incrementó la superficie sembrada en granadilla pasando de 1.920 a 3.728 ha, lo que representa un incremento del 95% en las áreas y el 1,86% del área nacional dedicada a las frutas (SIOC, 2019). Los volúmenes de producción para el 2018 de 47.460 toneladas, con rendimiento promedio nacional de 9,21 t/ha. Las exportaciones del país van principalmente a la Unión Europea (Holanda, Bélgica, Francia, Portugal y Alemania), países asiáticos (Emiratos Árabes y Hong Kong), norteamericanos (Canadá), centroamericanos (Costa Rica) con un 30,4% del valor de las exportaciones y Alemania con un 21% (SIOC, 2017). Se considera un cultivo importante para la generación de empleo del sector agrícola colombiano generando en promedio 2.131 empleos directos y 4.262 empleos indirectos (Cadena nacional de pasifloras, 2015), teniendo unos costos de establecimiento promedio de (\$17.500.000 COP) (SIOC, 2017).

## Características morfológicas

La granadilla es una planta perenne, de hábito enredador-trepador y de crecimiento rápido. Presenta raíces fibrosas, fasciculadas, poco profundas, perennes y con una raíz primaria de escaso crecimiento de la cual se deriva un gran número de raíces secundarias. Posee un tallo herbáceo, leñoso hacia la base, estriado, voluble y trepador por zarcillos axilares simples. El tallo y las ramas presentan nudos cada 12 a 15 cm, y en cada nudo se identifican siete estructuras: una hoja, dos brácteas o estípulas, dos yemas florales al interior de las brácteas, una yema vegetativa y un zarcillo.

Las hojas son grandes y de color verde claro, miden desde 8 hasta 20 cm de largo, presentan un diámetro de 6 a 15 cm de ancho, son enteras, acorazonadas, alternas y con borde liso, con nervaduras bien pronunciadas por el envés, y se insertan al tallo mediante un pedúnculo largo y grueso, el cual presenta 3 glándulas de 1 cm de largo, aproximadamente.

El fruto es una baya de cubierta dura de forma casi esférica, de color anaranjado, dorado, pardo o amarillo con pequeñas pintas claras. Su tamaño es de 6,5 a 8 cm

de largo y de 5,1 a 7 cm de diámetro. La cáscara es lisa, dura y con un acolchado para proteger las semillas pulpa. El exocarpo es duro, firme, pero frágil ante presión o impacto; el mesocarpo es esponjoso y blanco de 5mm de espesor, mientras que el endocarpo está compuesto por una fina membrana blanca que contiene entre 200 - 250 semillas, recubiertas por una arilo o pulpa jugosa, transparente, dulce y aromática, de sabor agradable (García, 2008). La pulpa está llena de semillas duras de color negruzco, rodeadas por un arilo gelatinoso, transparente, de color gris claro, con sabor acidulo muy aromático; contiene vitaminas A, C y K, fósforo, hierro y calcio (Ocampo, 2007).



Fotos: Adalberto Rodriguez

**Figura 1.** Flores y frutos de granadilla.

## Criterios para establecimiento de un proyecto productivo de granadilla

Previo al establecimiento de este sistema productivo, se hace necesario realizar un análisis integral de los criterios físicos, bióticos, tecnológicos, económicos, socioculturales, de administración y de gestión del cultivo, criterios de utilidad para desarrollar una planificación adecuada para el establecimiento y la implementación del proceso productivo.

### Criterios físicos y ecofisiología del cultivo

La ecofisiología entendida como el conocimiento de la estructura y función de las plantas y su relación con el ambiente que lo rodea, permite conocer las condiciones más adecuadas para establecer un cultivo, ya que, aquellas condiciones que ofrezcan un mínimo de estrés, son las que permiten lograr altos rendimientos y mejor calidad del producto (Fischer et al., 2009).



Factores como la altitud sobre el nivel del mar, la concentración de CO<sub>2</sub>, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, las horas de brillo solar, la intensidad de radiación y los vientos constituyen las variables de clima que condicionan el comportamiento fisiológico de las especies frutícolas en un ambiente determinado. De igual manera, la calidad del suelo (condiciones químicas, físicas y de fertilidad) condicionan su establecimiento y posterior desarrollo.

Un modelo propuesto por Miranda *et al.*, (2000) basado en la metodología de evaluación de tierras propuesto por la FAO, permite identificar los requisitos edafoclimáticos para el establecimiento del cultivo de granadilla en las zonas productoras de Colombia (tabla 1), a partir de la oferta ambiental y definir zonas por aptitud para el cultivo.

**Tabla 1.** Modelo del semáforo para Requisitos y clasificación por factores para el cultivo de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para zonas productoras de Colombia.

Requisitos del cultivo			Clasificación por factores			
Cualidad de l tierra	factor de diagnóstico	Unidad	Sumamente apta	Moderadamente apta	Marginal	No apta
Aireación del suelo	Clase de drenaje de suelo	Clase	Buen drenaje a excesivo	Drenaje moderadamente bueno	Drenaje imperfecto	Drenaje deficiente a muy deficiente
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	>60	40-60	20-40	<20
Acidez del suelo	Reacción del suelo	pH	5,5-6,5	5,0-5,5 6,5-7,0	4,0-5,0 7,0-7,5	<4,0 >7,5
Textura del suelo	Componentes Ar, L, A	Tipo	F	FA Far	ArL	Ar
Condiciones climáticas	Altitud	msnm	2.000-2.5000	1.800-2.000 2.500-2.800	1.500-1.800 2.800-3.000	<1.500 >3.000
	Temeratura	°C	18-20	15-18	12-15	<12
	Humedad	%	70-75	60-70 65-80	50-60 80-85	<50 >85
	Precipitación	mm	2.000-2.500	1.500-2.000 2.500-2.800	1.200-1.500 2.800-3.500	<1.200 >3.500

Fuente: Miranda *et al.*, (2000).

La granadilla se comporta muy bien a altitudes entre 1.800 y 2.600 msnm. Altitudes inferiores a los 1.800 msnm se consideran marginales para el cultivo, ya que se incrementan los problemas fitosanitarios, generándose mayores costos de manejo, requiriéndose mayor intensidad en la realización de las labores culturales para el mantenimiento de cada unidad productiva. Las temperaturas requeridas oscilan entre 15 y 23°C, con un rango óptimo entre 18 y 20°C; temperaturas mayores a 23 °C ocasionan

un mayor estrés térmico y acortan la duración del ciclo de vida del cultivo (Castro, 2001), mientras que temperaturas entre 15-18 °C son condiciones que permiten una mayor duración de la plantación, aunque el crecimiento de las plantas es más lento y la productividad es menor. Temperaturas inferiores a 12-15°C incrementan el aborto floral, disminuyen la fecundación y además, ocasionan cuarteamiento de frutos jóvenes. Requiere precipitaciones anuales entre 1.500-2.500 mm (Rivera et al., 2002) y una humedad relativa entre 60-80% para permitir la actividad de agentes polinizadores. Humedades relativas mayores crean un ambiente favorable para el desarrollo de enfermedades. Las horas de brillo solar adecuadas para el cultivo están en el rango de 1.500 a 1.600 horas.

### **Condiciones edáficas para el establecimiento**

El conocimiento de las condiciones edáficas del sitio de plantación es fundamental para el establecimiento del cultivo, deben considerarse factores como las propiedades fisicoquímicas del suelo, la textura, estructura, el drenaje, la profundidad del suelo, la topografía de este, las vías de acceso y el historial del lote de cultivo. La granadilla se debe cultivar en suelos francos, bien drenados. Los suelos arcillosos o pesados naturalmente no cuentan con buenos sistemas de drenaje, esto puede llevar a situaciones de inundación o encharcamiento, condiciones que son adversas para el crecimiento y desarrollo del cultivo y además favorecen el ataque de patógenos que ocasionan pudriciones radicales.

La granadilla puede ser cultivada en suelos planos y en suelos pendientes, sin embargo, se recomienda que el cultivo no se encuentre en sitios donde la pendiente sea mayor del 40 %, ya que, esto puede dificultar las labores propias del cultivo, principalmente el establecimiento del sistema de tutorado (Alarcón et al., 2013). La profundidad efectiva para este cultivo debe ser al menos de 60 cm, siendo los primeros 30 cm la zona donde se encuentra la mayor concentración de raíces activas de la planta. El pH debe estar entre 5,5 y 6,5 esto asegura que haya buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo y producción del cultivo, aunque la granadilla tolera valores extremos de 4 y 7,5 (Rivera et al., 2002; Alarcón et al., 2013). Drenaje: La granadilla no tolera períodos extensos de encharcamiento o inundación por lo cual se requiere que los suelos donde se implemente el cultivo tengan buen drenaje o se cuente con buenos sistemas de drenaje artificial (Alarcón et al., 2013).

Fotos: Adalberto Rodríguez



**Figura 2.** Región productora de granadilla en el departamento del Huila, Colombia.

## Caracterización ecofisiológica para el cultivo de granadilla

Algunas de las características del comportamiento fisiológico de la granadilla fue evaluada recientemente por Melgarejo y colaboradores (2015), en cultivos ubicados en un rango de altitud entre a 2.060 y 2.232 msnm, bajo un tutorado en emparrado, donde registraron ofertas de Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) de 1.200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  por día, la Temperatura ( $16^\circ\text{C}$ ), el Déficit de Presión de Vapor (DPV) de 0,23 kPa, y la Precipitación (1.200 mm/año) valores que según estos investigadores corresponden a los requerimientos ecofisiológicos de la Granadilla. La tasa fotosintética (A) en estado vegetativo avanzado fue menor en comparación con el estado juvenil donde pasa de aproximadamente 14 a 12  $\mu\text{mol CO}_2 /\text{m}^2\text{s}$  en las horas de mayor radiación. Los mismos autores, observaron un descenso de la conductancia estomática (gs) y de la tasa transpiratoria (E) en comparación al estado juvenil. Este descenso está asociado con un aumento en el uso eficiente del agua intrínseco (WUEi). Se observó bajo este sistema, que la tasa fotosintética (A) máxima fue mayor en estado reproductivo respecto al



estado vegetativo, lo que indica que esta especie presenta una alta plasticidad lo que le permite, adaptarse a las condiciones de radiación existentes (Abreu et al., 2014; Pires et al., 2011).

En la floración, se observa que la tasa de fotosíntesis (A) para las plantas cultivadas en localidades con este rango de altitud (2060-2232msnm), es mayor en las horas de la mañana; la tasa transpiratoria (E) y la conductancia estomática (gs) son bajas en comparación a los valores registrados en etapas tempranas de desarrollo de las plantas. A partir de los resultados obtenidos del análisis ecofisiológico de plantas de granadilla bajo las condiciones evaluadas, se determinó que las plantas de granadilla, registraron valores de potencial hídrico en horas de mayor radiación por debajo de  $-0,25$  MPa en los diferentes estados fenológicos, por encima de los registrados en el estado de fructificación de *Passiflora edulis* Var *edulis* Sims donde se registraron valores entre  $-0,80$  a  $-1,3$  MPa (Pérez-Martínez y Melgarejo, 2015). Los modelos relacionales (generados por estos autores) de variables climáticas y parámetros ecofisiológicos en fase vegetativa y reproductiva muestran que las variables ambientales más importantes en estas fases de crecimiento del cultivo de granadilla son el déficit de presión de vapor (DPV), la temperatura del aire (Ta) y en menor medida la humedad relativa (HR).

La adaptación del cultivo de granadilla a una región determinada o su aclimatación a las mismas regiones, depende de la información genética propia del material (cultivar o variedad) y de sus modificaciones o ajustes fisiológicos que permiten su crecimiento y desarrollo en esos ambientes.

## Variedades y cultivares disponibles

Debido a que la granadilla es una especie de polinización cruzada, se presenta una alta variabilidad genética en los ecotipos existentes en diferentes zonas, lo que impide definir variedades en el estricto sentido de la palabra. Los productores de granadilla denominan estos ecotipos de acuerdo con el sitio de procedencia de las plantas, el sitio de cultivo y por algunas características morfológicas relevantes, así:

- **Criolla:** Es una fruta grande, Redonda y de exocarpio y mesocarpio grueso, posee un peso promedio de 124 g pero con muy bajo contenido de pulpa: se ha observado en la zona más alta de producción en el municipio de Aguadas departamento de Caldas (Rivera et al., 2002).
- **Pecosa:** es una fruta mediana con abundantes puntos blanquecinos grandes. redonda-achatada, con exocarpio y mesocarpio medios; pesa 110 g y es relativamente pesada en relación con su tamaño; se ha observado como cultivo en el Norte del Valle (Rivera et al., 2002).
- **Valluna:** Es un tipo de fruta mediana, alargada-oval, con exocarpio y mesocarpio delgados; pesa 120 g y tiene alto contenido de pulpa: es la más común

en el Norte del Valle (Rivera et al., 2002).

- **Urrao:** Es una fruta grande, redonda-achatada, de corteza gruesa y con un contenido de pulpa menor que la valluna (Rivera et al., 2002).
- **Cáscara de huevo:** fruta pequeña, redondeada de corteza muy delgada con peso aproximado de 90 g cultivada en algunas zonas de Cundinamarca y Huila, con dificultades para su comercialización.
- **Huila:** fruta grande, ovalada, de color amarillo intenso, de corteza gruesa, pesa en promedio 130 g y tiene un alto contenido de pulpa; y que como su nombre lo indica, es cultivado principalmente en el departamento del Huila.

Ante la carencia de variedades definidas para el país, en la actualidad, en la mayoría de las zonas, los productores hacen selección de sus mejores plantas desde el punto de vista morfoagronómico y de rendimiento para y de ellas se extraen las semillas para establecer sus huertos nuevos y de acuerdo con el mercado (Ocampo et al., 2013).

Trabajos realizados por Cárdenas et al., (2011), permitieron la caracterización físico-química de los frutos de cinco de los cultivares existentes en el departamento del Huila, en los municipios (Palestina, San Agustín y La Argentina). En cada material, se determinó el peso del fruto, peso de la cáscara, peso de la pulpa, diámetro polar, diámetro ecuatorial, el volumen, la densidad, peso total de las semillas y número de semillas y en las variables químicas se determinó el pH, °Brix y acidez titulable. Se destacó el ecotipo 009 (obtenido en la vereda El Roble, municipio de Palestina) con 145,12 g, volumen 289 cm<sup>3</sup>, densidad 0,5 g cm<sup>3</sup>, diámetro polar 91,82 mm, diámetro ecuatorial 76,92 mm, pH 5,5 y acidez 0,7%.

Cárdenas et al., (2011) realizaron estudios sobre la calidad fisiológica de las semillas de dos accesiones de granadilla (PrJ1 y PrJ2), empacadas en bolsas de papel o en bolsas ziploc, en cuarto frío (4°C) o en condiciones ambientales (21°C) durante 9 meses. Se evaluó el peso de 100 semillas (P100S), el contenido de humedad (CH), el porcentaje de germinación final (PG), la velocidad media de germinación (VMG), el tiempo medio de germinación (TMG), la viabilidad de las semillas mediante la prueba con trifeniltetrazolium, el contenido de proteína total soluble y la actividad enzimática catalasa (CAT) de las semillas de cada tratamiento. Se encontró que las variables medidas presentaron diferencias entre las accesiones; estos cambios pueden tener mayor relación con diferencias en el genotipo que con el ambiente. Las semillas de PrJ1, empacadas en bolsas de papel y almacenadas a temperatura ambiente presentaron un aumento significativo del PG a los 9 meses (62%) debido posiblemente a la presencia de latencia en estas semillas. La actividad CAT aumentó significativamente con el aumento del período de almacenamiento (más de 300  $\mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{min}^{-1}/\text{mg}$  de proteína) excepto en las semillas almacenadas en cuarto frío y empacadas en papel (menos de 200  $\mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{min}^{-1}/\text{mg}$  de proteína); única combinación que también disminuyó el PG y la viabilidad significativamente

Trabajos realizados por Ocampo et al., (2015) en colectas de germoplasma de granadilla en Colombia consideraron criterios como, precocidad, producción, sanidad y calidad del fruto, empleando el método de selección masal por el fenotipo (Ocampo et al., 2013) y bajo los parámetros de calidad del Icontec (1997). La caracterización de los frutos colectados permitió identificar seis accesiones élite con alta calidad proveniente de cinco departamentos presentando alta calidad para la comercialización. Sin embargo, tres de ellas provienen del departamento de Cundinamarca (CunLig02, CunLig03 y CunLig06), lo que sugiere que los cultivos de esta zona son promisorios para la selección varietal.

## Producción de plántulas en vivero

La Granadilla puede propagarse por vía sexual o asexual. Para garantizar la integridad sanitaria del material vegetal para el cultivo, es recomendable la extracción de semilla de frutos cosechados provenientes de plantas sanas, productivas y de alto vigor. Según Cárdenas (2011), la cubierta de las semillas de granadilla presenta tres capas bien diferenciadas en la forma y color de sus células, tamaño y ondulaciones. La cubierta seminal presenta diferencias en el grosor y la densidad celular entre la parte media y la parte basal de las semillas, presentando tejidos más densos hacia la parte basal. Las semillas de *P. ligularis* varían de color según la accesión presentando entre uno y tres colores. Las semillas y el arilo tienen cerca del 17,6% de carbohidratos (Trujillo, 1983). Pérez-Cortéz et al., (2002) describen la semilla de *P. ligularis* con sección transversal media de forma elíptica, con base de forma aguda o agudo-truncada, ornamentación foveada o falsifoveada y borde entero.

Uno de los inconvenientes de la reproducción sexual en la granadilla es que las semillas presentan germinación errática, evidenciada en tiempos muy prolongados para germinación, bajos porcentajes de plántulas emergidas y desuniformidad en el tamaño de las plántulas, lo que dificulta su manejo. El peso y tamaño presentó alta variabilidad entre las semillas y el tamaño está correlacionado con el porcentaje de germinación. La cubierta seminal presenta diferencias en el grosor y la densidad celular entre la parte media y la parte basal de las semillas, presentando tejidos más densos hacia la parte basal (Cárdenas, 2011).

Ellis y colaboradores (1985) han reportado que las semillas de pasifloras tienen latencia exógena, que es probablemente una combinación de latencia mecánica (cubierta seminal restringe el crecimiento radicular) y química (inhibidores en la cubierta seminal). Al estar las semillas cubiertas por un mucilago, que contiene sustancias inhibitorias de la germinación, además de una gruesa cubierta seminal de grosor variable, que generan un efecto de dormancia que dificulta la germinación y el establecimiento de cultivos por este método (Cárdenas et al., 2011; Gutiérrez et al., 2012).





**Figura 3.** Plántulas de granadilla propagadas por semilla en bolsas semilleras.

Frente a este problema se han evaluado algunos métodos promotores de la germinación. Uno de los métodos consiste en escarificar la semilla mediante fermentación de la pulpa con las semillas en un recipiente de vidrio o plástico durante 48 horas, luego de esto son lavadas para eliminar de manera adecuada el mucilago restante y se seleccionan las semillas viables, posterior a esto, se dejan en secado en papel absorbente durante 24 a 48 horas donde se realiza de nuevo una selección de semillas pequeñas o mal formadas (Rivera *et al.*, 2002).

Evaluaciones recientes como la aplicación de ácido giberélico (50, 100, 200 o 400 mg L<sup>-1</sup>), despunte basal bajo condiciones de oscuridad total o luz blanca y temperatura (30/20°C), aplicación de KNO<sub>3</sub> al 0,1% (Cárdenas, 2011). Aplicando estos métodos la germinación puede llegar a ser del 100%, (Cárdenas *et al.*, 2013). De igual manera, se evaluó el efecto de la escarificación mecánica y química sobre la germinación y la emergencia de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) bajo condiciones de laboratorio (temperaturas alternas 30/20°C (12h/12h), humedad relativa del 60% y en oscuridad durante 30 días). Se encontró que Las semillas de granadilla también aumentaron su germinación al aplicar despunte basal y punción de la testa (52 y 30%).

Semillas de granadilla fueron sometidas a tres tipos de escarificación mecánica (despunte basal (DB), despunte apical (DA) y punción de la testa (P) con alfiler), seis tratamientos de escarificación química (imbibición con dos concentraciones de  $H_2SO_4$  al 98% y 49%, y tres tiempos de inmersión: uno, tres, y cinco minutos) y comparadas con un testigo, bajo condiciones de laboratorio. Al evaluar el efecto del despunte basal y punción sobre la emergencia de plántulas de granadilla en invernadero. La semilla, también vio afectada su viabilidad por el DB, DA y P, y por algunas inmersiones en ácido sulfúrico, reportándose porcentajes de viabilidad entre el 22 y 66 %. Se alcanzaron las mayores Velocidades media de germinación con DB y P (0,77 y 0,43 semillas /día respectivamente). La inmersión en ácido sulfúrico al 49% durante un minuto, presentaron los mayores porcentajes de viabilidad (84-95%). En invernadero los tratamientos de escarificación mecánica reportaron bajos porcentajes de emergencia de las plántulas (Gutiérrez et al., 2012).

Técnicas de propagación clonal a partir de estacas también fueron evaluadas encontrándose, que las estacas se deben desinfectar en una solución que contenga fungicida y tratarse con hormonas de enraizamiento. Ruiz (2001), utilizando estacas basales de granadilla sumergidas en ácido naftalen acético (ANA) 150 ppm y adicionando bencil amino purina (BAP) 250 ppm, se obtuvo enraizamientos hasta del 50%. Castro (2001) menciona que la inmersión en una solución de ácido indolbutírico (AIB), en concentraciones de 2.000 ppm durante 5 segundos, asegura un alto porcentaje de prendimiento. Las plántulas estarán listas para ser llevadas al campo, cuando tengan una altura entre 40 y 50 cm aproximadamente, 50 ó 60 días después de la siembra (Miranda et al., 2009).

Como alternativas a la presencia de enfermedades ocasionadas por pudriciones radicales del cultivo, se han venido evaluando en Colombia métodos de propagación asexual y el uso de portainjertos. (Holguín y Posada, 1990) encontraron tres especies silvestres con resistencia a la 'secadera' (*Nectria haematococca* Merc.), enfermedad que constituye actualmente la mayor limitante del cultivo: *Passiflora maliformis* L. var. *pubescens*; *Passiflora ambigua* Hemsl.; y *Passiflora serrulata* Jacq. A pesar de que *P. maliformis* es prácticamente inmune al hongo, no se recomienda como patrón útil para *P. ligularis*, debido a la alta susceptibilidad que presenta a nemátodos del género *Meloidogyne*. *P. ambigua* es altamente resistente al patógeno, es longeva (dura de 25 a 30 años), rústica y de un excelente vigor de planta, características que la convierten en la especie más promisoría para programas de mejoramiento usándola como patrón (Rivera et al., 2002). En pasifloráceas los tipos de injerto de mayor uso son los de púa terminal, cuña lateral y el injerto de yema o parche (Miranda et al., 2009).

## Establecimiento del huerto y manejo integral del cultivo

El buen establecimiento de un cultivo de granadilla, depende de la calidad del sitio de plantación y la calidad del material genético empleado (material vegetal). La

calidad del sitio resulta de la combinación de factores climáticos y edáficos, que definen finalmente las zonas de aptitud para el cultivo. Una vez seleccionado el sitio de plantación de acuerdo con la oferta edáfica y climática y verificados con los requerimientos de la granadilla se procede a la labor de trazado del sistema de tutorado y del sitio de siembra. Primero se establece el sistema de tutorado o soporte y luego se procede a la siembra del cultivo.

La preparación del lote se debe realizar por lo menos con un mes de anticipación a la siembra de las plántulas, esta actividad debe hacerse simultánea con el desarrollo de las plántulas en el vivero, para evitar envejecimiento del material vegetal y daños irreversibles en la raíz por siembras tardías (Castro, 2001). Después de 2 meses de desarrollo de las plantas en vivero, cuando las plántulas alcanzan una altura entre 40-50 cm, ya están listas para ser llevadas a sitio definitivo. La preparación del sitio de plantación varía de acuerdo con los recursos del productor.

El trazado para la siembra se hace en cuadro o en tresbolillo, dependiendo de la topografía del terreno, con distancias variables que van desde 5 x 5 m, 6 x 6 m, y hasta 8 x 8 m, que resulta en diferentes densidades de plantación. La luminosidad influye sobre el desarrollo de la granadilla, especialmente por la superficie del dosel expuesta sobre el emparrado, facilitando la fotosíntesis y eventos de desarrollo como la floración y fructificación.

### ***Sistemas de cultivo***

Los sistemas de cultivo predominantes en las regiones son el monocultivo (cultivo solo) y los cultivos intercalados (/). Estos son frecuentes en algunas zonas productoras, principalmente en Caldas y Valle, siendo los más comunes: Granadilla//café (granadilla intercalada con café), Granadilla//maíz//café, Granadilla//fríjol//maíz//arveja (Rivera et al., 2002).

### ***Sistemas de soporte***

La granadilla es una liana y por tanto necesita de una estructura de soporte (tutorado) para favorecer el desarrollo y la producción del cultivo. El sistema más utilizado en Colombia es el emparrado, que permite mayores rendimientos del cultivo, debido a una mayor exposición del área foliar a la radiación (mayor eficiencia fotosintética), se facilita la aireación del cultivo, permite fumigaciones dirigidas a la protección del cultivo contra plagas y enfermedades y facilita el movimiento de los operarios para realizar las labores del cultivo.

#### ***Emparrado***

Construcción del emparrado:

1. Colocación de la posteadura según la distancia definida, los postes impermeabilizados, deben quedar a una profundidad de 0,8 a 1 m y a una altura

de 2 metros, seguido a esto, se tienden y tensionan los alambres laterales y centrales, de tal manera que queden alineados.

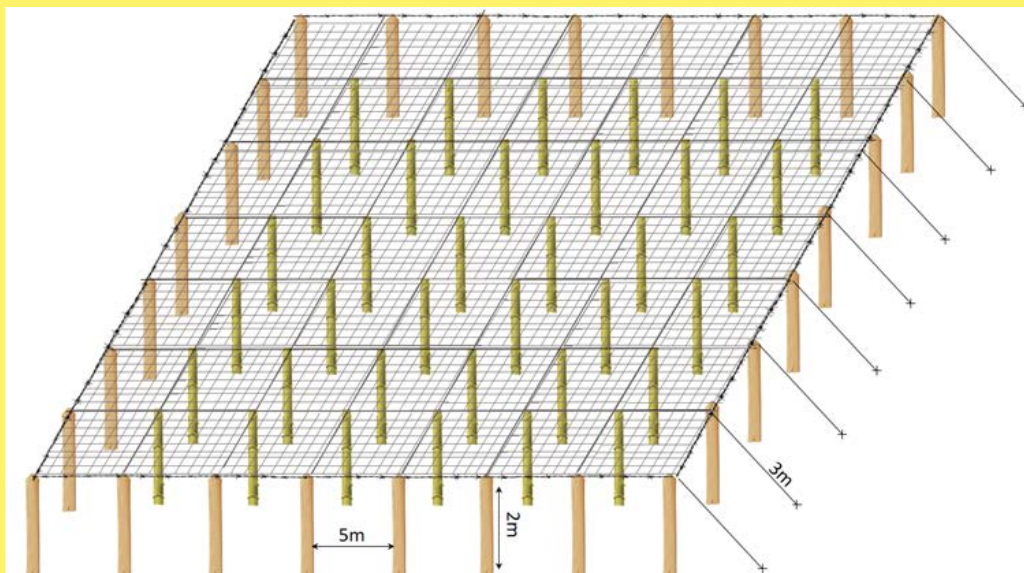
2. Luego se templean con la colocación de los “pie de amigo” (troncos de madera o soportes metálicos) que ayudan a soportar la tensión del alambre y al sostenimiento de cada poste, este procedimiento se realiza con alambre de púa en los bordes laterales y con alambre calibre 10.
3. Luego de esto se coloca toda la periferia del emparrado con alambre galvanizado calibre 12 a una altura de 2 m, este grapado al poste.
4. Seguidamente, se colocan dos líneas de alambres de púa equidistantes en dirección a la pendiente, su función será evitar que el alambre del enmallado se separe.
5. Luego, se procede a colocar las líneas de alambre calibre 12, las cuales van por los postes de extremos a extremos tanto a lo largo como ancho de lote, quedando conformados un enmallado de 5 x 5 metros o según la distancia definida.
6. El paso siguiente consiste en que con la ayuda de un alicate se coloca el alambre calibre 14 por todo el surco de las plantas, este va por encima o entrelazando con las líneas de alambre calibre 12.
7. Posteriormente, por encima de los demás alambres se coloca el alambre calibre 16 que termina el enmallado.
8. Finalmente, se realiza la siembra en cada uno de los cuadrantes formados por el alambre y la posteadura.

**Tabla 2.** Costos para el sistema de tutorado en emparrado para Granadilla (en \$ COP).

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor/unitario	Valor total \$
Postes madera	Estacón	100	12.000	1.200.000
Guadua (cepa)	Estacón	525	8.000	4.200.000
Alambre de Púa	Rollo 32 kg	1	78.300	78.300
Alambre calibre 10	kg	30	3500	105.000
Alambre calibre 14	kg	300	3700	1.110.000
Alambre calibre 16	kg	700	3900	2.730.000
Grapas	kg	4	5000	20.000
<b>Total</b>				<b>9.443.300</b>

En la Figura 4 se muestra un esquema del sistema de emparrado.





**Figura 4.** Sistema de emparrado propuesto para el cultivo de granadilla.



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 5.** Planta de granadilla con sistema de conducción en emparrado.

## Manejo integral del cultivo

El manejo integral del cultivo se define como “el conjunto de prácticas de manejo, que técnicos y productores deciden aplicar con el fin de hacer un uso eficiente de los componentes del sistema productivo, con miras a cumplir con la función objetivo del Productor” (Miranda, 2009). Comprende la fase de establecimiento y el análisis de los manejos que intervienen, incluyendo, los sistemas de propagación, los sistemas de cultivo, el sistema de riego, la nutrición, el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses, el manejo de la cosecha y la poscosecha.

## Estados fenológicos en el cultivo de granadilla

La fenología es una herramienta ampliamente utilizada para entender mejor los ciclos de crecimiento de las plantas (Ramírez et al., 2013), es la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente, acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar (García, 2006).

### *Fenología de la fase vegetativa*

El estado de plántula se alcanza en el tiempo transcurrido entre la germinación (V0) y la emisión del primer zarcillo, el cual es de 43 días, para un ciclo total de 63 días hasta obtener una planta para trasplante definitivo donde la planta genera tanto hojas como zarcillos y brotes laterales. Se determinó que, en la fase totalmente vegetativa del cultivo de granadilla, la distribución de masa seca acumulada por las estructuras de la planta entre los 60 y 180 días después del trasplante favoreció a la raíz, seguido por la masa seca acumulada en las hojas y por último la estructura de menor acumulación fue el tallo. Esta distribución es de gran importancia en el análisis nutricional realizado, que se analiza más adelante.

El área foliar de la planta tuvo un comportamiento típico de una curva sigmoide, con un incremento leve en los primeros 90 días después de trasplante, seguido por un cambio acelerado hasta los 180 días de cultivo, representado por un aumento del tamaño de la lámina foliar (Moreno et al., 2014). El crecimiento del eje central alcanza a los 262-265 DDT (días después de trasplante), y luego son visibles las ramas primarias (Meier, 2001). La longitud máxima del tallo principal puede alcanzar hasta 3,0 m y se logra a los 262 DDT aproximadamente. A partir de las 285 DDT se empiezan a superponer los estados de desarrollo de las ramas secundarias y terciarias. Esta superposición de etapas fue descrita por Rivera et al., (2002), quienes reportaron que durante el ciclo del cultivo comercial existe la superposición de cerca de tres ciclos de cultivo (ciclo 1, 2 y 3), cada uno de ellos con sus respectivas fases y etapas, cuya duración va a

dependen de las condiciones climáticas predominantes en la zona de producción y del manejo integral del cultivo.

Comercialmente, una planta de granadilla posee entre 2-4 ramas principales que establecen los “brazos” de la planta, a partir de ahí, se generan ramas secundarias, una por cada rama primaria para dar la forma típica de sombrilla utilizada por los productores para el manejo individual de las plantas. La emisión de las ramas secundarias en el 50% de las plantas evaluadas se observó entre los 285 hasta al día 300 DDT. De acuerdo con el hábito de crecimiento indeterminado de la granadilla, se siguen emitiendo nuevas ramas secundarias y posteriormente ramas terciarias y cuaternarias que conformarán el siguiente grupo de ramas productoras para el segundo ciclo de producción del cultivo.



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 6.** Desarrollo vegetativo de plantas de granadilla. Proceso formación de la arquitectura de la planta.

### ***Fenología de la fase reproductiva***

Trabajos realizados por Rodríguez et al., (2015), en dos zonas de cultivo utilizando la escala BBCH permitieron identificar los siguientes estados: El Estado 5: Aparición y desarrollo del órgano floral de granadilla se presentan en la tabla 9, este proceso tiene lugar principalmente en las ramas secundarias de los cultivos de primer ciclo de producción y en las ramas secundarias, terciarias y cuaternarias para los cultivos de granadilla en pleno estado productivo. a) Estado 51: Botón floral visible, b) Estado 52:



Cartucho floral y posterior crecimiento (Estados 53 al 57: Porcentaje de tamaño final del cartucho floral), c) Estado 58: Máximo tamaño del cartucho floral.

La floración propiamente dicha, corresponde al Estado 6 según la escala BBCH y esta se presenta en las ramas secundarias y subsiguientes, según el estado de desarrollo (primer ciclo de cosecha o plena producción), las flores abren el día 40 después de brotación. En el cultivo de granadilla el proceso de apertura floral, posibilidad de polinización y posterior cierre de la flor se hace en 24 horas. La floración plena (Estado 65) se estableció para el día 43 DDB (Rodríguez et al., 2015).

Un comportamiento importante en la fase reproductiva del cultivo es que es una planta alógama, por lo cual requiere de la polinización cruzada. Presenta el fenómeno de dicogamia (hercogamia) incompatibilidad por posición de los órganos reproductivos masculino y femenino que evitan la autopolinización y aumentan el cruce de genes entre la población, que disminuyen el riesgo de endogamia y detrimento de la calidad genética. Debido a esta limitación de la planta para autopolinizarse, se hace necesario la intervención de un agente polinizador que se encargue de transportar el polen entre plantas, aumentando la cantidad de semillas producidas en los frutos, su tamaño e incluso la calidad nutricional de los mismos. Los principales agentes polinizadores son insectos de los géneros *Xylocopa* sp. y *Epicharis* sp.

Estado 69: Fin de la floración y el cuajado de fruto se aprecia aproximadamente a los 2 días después de anthesis 45 DDA; pero por su hábito de crecimiento, esta especie presenta estructuras florales en diferentes estados de desarrollo en un mismo momento, por ello se promedia un lapso de 5 a 10 días en el proceso de floración de la mayoría de las plantas (Rodríguez et al., 2015).

Estado 70: Fruto visible. Este estado es de mucha importancia en cuanto al manejo de problemas fitosanitarios, pues pequeños daños ocasionados en etapas tempranas del crecimiento (daños por ácaros o por trips) o en la maduración del fruto ocasionan manchas, lesiones y deformaciones del fruto que deterioran su aspecto y producen una disminución en el precio del producto en el mercado o incluso disminuciones en el rendimiento (Rodríguez et al., 2015).

Estado 71: El fruto alcanza el 10% de su tamaño final; Estado 75: El fruto alcanza el 50% de su tamaño final; Estado 79: El fruto alcanza el tamaño propio de su especie.

La maduración incluye varios estados: Estado 83: El fruto presenta en un 30% de su corteza el color característico para su especie; Estado 85: El fruto presenta en un 50 - 60% de su corteza el color característico para su especie y Estado 89: El fruto se encuentra en madurez plena. La madurez fisiológica se alcanza a los 42 días y 92 días para alcanzar la madurez de cosecha, esto dependiendo del cultivar utilizado y de las condiciones ambientales o fisiológicas que afecten el cultivo (Rodríguez et al., 2015).



Fotos: Adalberto Rodríguez



**Figura 7.** Cultivo en etapa de desarrollo reproductiva, emisión de botones florales, flores y frutos.

Fotos: Adalberto Rodríguez



**Figura 8.** Cultivo en estado de maduración de frutos.

## Podas en el cultivo

La poda es la intervención sobre los ejes de crecimiento de la planta mediante la realización de cortes manuales o mecánicos y tiene diferentes objetivos en el cultivo. Para su realización se requiere, conocer las etapas de desarrollo del cultivo y los estados fenológicos de la planta. Esta labor cultural no debe confundirse con el deschupone ni con el deshoje. La poda estructural consiste en dejar un eje de crecimiento principal (un solo tallo por sitio) y a la altura del emparrado dejar cuatro ramas principales que definirán la arquitectura de la planta sobre el emparrado. La poda de formación se realiza sobre la ramificación secundaria y terciaria y consiste en dejar un número suficiente de ramas productivas entre 8 y 12 ramas productivas por sitio, las cuales deben ser conducidas sobre el emparrado. Otro tipo de podas son las podas de mantenimiento que consiste en mantener la arquitectura inicialmente definida y dejar solamente el número de ramas productivas. Las podas sanitarias consisten en la eliminación de estructuras vegetativas afectadas por plagas o por enfermedades. También incluyen los despuntes para disminuir el daño por trips en los brotes terminales. La poda de producción, consiste en dejar únicamente las ramas productivas de reemplazo y el número de nudos necesario para mantener la producción permanente.

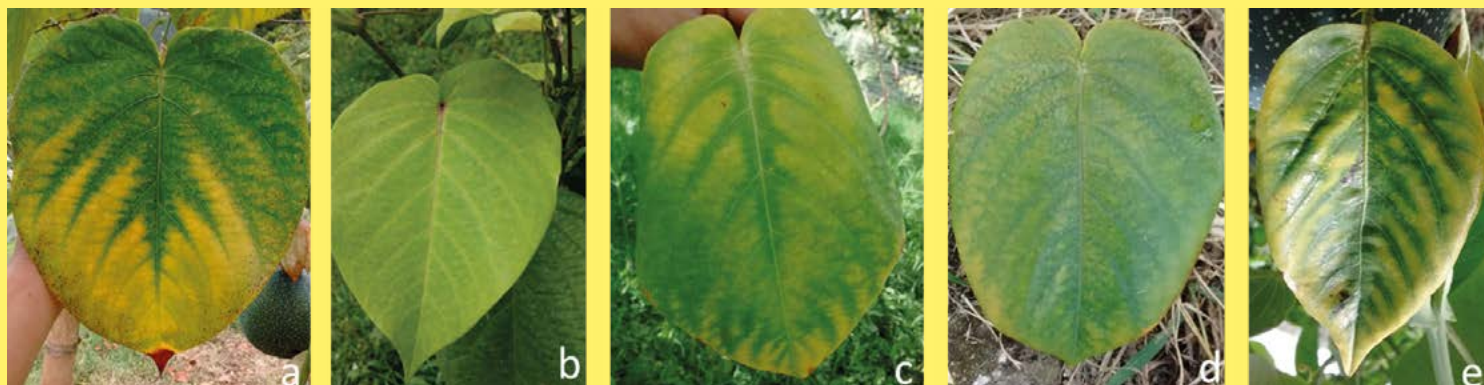
## Nutrición

La nutrición del cultivo estará condicionada por los requerimientos propios de la especie y estos a su vez por los factores climáticos y edáficos. Se entiende como requerimiento nutricional la cantidad de nutrientes que necesita una planta para poder crecer, desarrollarse y generar un rendimiento biológico y económico durante su ciclo de vida. Las cantidades requeridas de nutrientes dependen del tipo de cultivo y se relacionan con la variedad, el patrón, la edad y el estado fenológico (Miranda, 2012; FAO, 2009). Además, se relaciona con los parámetros de la calidad del agua de riego utilizada en las labores de riego y fertilización de las fincas donde se establece el cultivo, del diagnóstico visual de las deficiencias del cultivo en campo, de los rangos de absorción y extracción de nutrientes por el cultivo en su fase de establecimiento y la distribución de la masa seca en las estructuras de la planta (Miranda et al., 2009).

Según Gobernación del Huila (2006) para un ciclo de cultivo de granadilla el suelo debe proveer contenidos de nitrógeno de 120 kg/ha, 18 kg/ha de  $P_2O_5$  y 170 kg/ha de  $K_2O$  en el suelo. Malavolta (1994; 1997; 2006), indica que, para el cultivo de granadilla, los requerimientos nutricionales son en orden decreciente para los elementos mayores es  $N > K > Ca > S > P > Mg$ , mientras que, para los elementos menores es  $Mn > Fe > Zn > B > Cu$ . Las necesidades del cultivo y los síntomas de deficiencia más importantes fueron determinados por Miranda et al., (2015).

En Colombia Moreno et al., (2014) determinaron las curvas de absorción de nutrientes mayores y menores para el cultivo de granadilla para el período comprendido entre los 30 y 180 ddt (días después del transplante) correspondiente a la fase totalmen-

te vegetativa del cultivo. La absorción de N estuvo en rangos entre el 2,5 y 3,5% con picos de absorción a los 30 y 180 ddt. La absorción de P estuvo en rangos entre el 0,4 y 0,8% con picos de absorción al momento del transplante y a los 180 ddt. La absorción de K estuvo en rangos entre el 3,0 y 4,0% con picos de absorción a los 30 y 160 ddt. La absorción de Ca estuvo en rangos entre el 0,4 y 1,2% con picos de absorción a los 60 y 160 ddt, mientras que Mg estuvo entre 0,1 y 0,22% siendo mayor la absorción a los 50 días y 160 ddt. Para el S la absorción estuvo en un rango entre 2000 y 2200 ppm. Para los nutrientes menores La absorción de Fe fue creciente durante toda la fase vegetativa y estuvo en un rango entre 150 y 270 mg/kg; Para el B se presentaron dos picos de absorción a los 30 y 170 ddt y el rango entre 40 y 120 mg/kg.



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 9.** Síntomas de deficiencias en hojas de granadilla. a) Calcio, b) Azufre, c) Magnesio, d) Potasio y e) Magnesio y Zinc.

## Principales enfermedades e insectos plagas

En los últimos años se ha avanzado significativamente en el campo de la investigación en fitopatología, reportando los agentes etiológicos asociados a las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de pasifloras en el país (Castaño, 2009), como son: la marchitez vascular y la pudrición del cuello asociadas a *Fusarium* spp. (Ortiz, 2012), la bacteriosis (Benítez, 2010), la virosis (Camelo, 2010) y la roña (Riascos, 2011). Se abordan las enfermedades más limitantes y sus agentes causales, lo mismo que los invertebrados plaga más importantes y se mencionan algunos de los métodos posibles para su manejo.



## **Enfermedades y su manejo**

### **Antracnosis**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Colletotrichum* spp. el cual es un hongo Ascomycete con estados sexuales en el género *Glomerella* en la familia *Glomerellaceae* (Hoyos-Carvajal y Castillo, 2015). Según Hoyos-Carvajal y Castillo (2015) en *P. ligularis* no se sabe con certeza la especie de *Colletotrichum* que ataca, debido a que los aislamientos de las diferentes especies del género son variables en grado de patogenicidad, especificidad del hospedante y homogeneidad genética (Damm et al., 2012a; Damm et al., 2012b; Weir et al., 2012). Esta enfermedad se caracteriza por generar lesiones hundidas en los frutos, luego aparecen círculos concéntricos que se extienden, siendo un problema frecuente en pre y poscosecha (Saldarriaga, 1998; Rivera et al., 2002; Miranda, 2009). Para antracnosis, el control se realiza con los fungicidas (Difenoconazole; Estrobilurina+Anilino-pirimidina y Azoxystrobin+Difenoconazol) en dosis comerciales, ya que, son los más eficientes en su manejo.

### **Pudrición del cuello-secadera**

La marchitez vascular producida por *F. oxysporum*, también denominada marchitez por *Fusarium* o secadera en pasifloras, se conoce desde hace más de medio siglo, cuando se reportó por primera vez en Australia, es producida por poblaciones del complejo de especies *Fusarium oxysporum* (Gardner, 1989; Lozano et al., 2008). En Colombia, se ha confirmado a *F. oxysporum* como el agente causal de esta enfermedad en gulupa en la región de Sumapaz (Cundinamarca) (Ortiz, 2012). El agente causal de esta enfermedad es *Fusarium solani*. Es una de las más limitantes en el cultivo de granadilla, pues ha ocasionado la desaparición de zonas productoras tradicionales de Colombia (caso de Urrao-Antioquia). La enfermedad en plantas pequeñas se observa como hundimientos en el cuello de la raíz, además de una clorosis pronunciada que termina en su muerte; y en plantas adultas se manifiesta como decaimiento y clorosis, a medida que evoluciona se genera una necrosis y un marchitamiento en algunas ramas, síntomas que derivan en defoliación, presencia de frutos con rugosidades en diferente estado de madurez permaneciendo adheridos a la planta, y finalmente muerte de las plantas; Para secadera (*Nectria haematococca*), se recomienda la aplicación de *Trichoderma* sp. (nativo) es eficiente para prevenir la enfermedad.

### **Mancha por *Alternaria***

*Alternaria* sp. es el hongo causal de esta enfermedad. Los síntomas de manchado de la hoja comprenden áreas de tamaño intermedio con tejido necrosado, borde parcialmente definido, necrosis en manchas concéntricas, algunas veces lesiones difusas y en estados avanzados puede causar defoliación. Estos síntomas se presentan en condiciones de alta humedad, precipitaciones intercaladas con días soleados, especialmente en cultivos sin poda y baja fertilización.



### *Mildeos polvosos*

En Colombia se han reportado los géneros *Oidium* sp y *Ovulariopsis* sp como agentes causales de los mildeos polvosos en el cultivo de granadilla (Tamayo y Pardo-Cardona, 2000); los síntomas de esta enfermedad se ven en el haz de la hoja, con lesiones blanquecinas, difusas, circulares y de tamaño variable que pueden llegar a cubrir toda la superficie de la hoja en estado avanzados. Según Tamayo y Pardo-Cardona (2000), en etapas terminales de la enfermedad, hay oscurecimiento de las lesiones con una clorosis leve, hasta que las hojas presentan un amarillamiento total, finalizando con la abscisión de la hoja.

### *Moho gris, moho café, mal de hilachas*

El agente causal de esta enfermedad, es el hongo *Botrytis* sp. que produce podredumbres en tallos, brotes, hojas, flores y frutos. El síntoma principal es una necrosis del tejido con presencia de moho de color café claro sobre la flor, en el pedúnculo y en la base del fruto en formación, además se puede encontrar abundantemente en vestigios florales adheridos a frutos en formación (Tamayo y Bernal, 2000; Tamayo et al., 2000).

### *Mancha Ojo de pollo*

El agente causal de esta enfermedad es *Phomopsis* sp. y se presenta de manera severa en condiciones de alta humedad y precipitaciones constantes. Según Hoyos-Carvajal y Castillo (2015), afectan las hojas ocasionando lesiones redondas con anillos concéntricos de color café en su centro rodeadas de un halo clorótico. El ojo de pollo causa clorosis generalizada de plántulas y caída prematura de hojas, si no se toma medidas oportunas de control (Lozano et al., 2008).

En cultivos afectados, se recomienda retirar las estructuras afectadas, la aplicación de pasta cicatrizante con base en sulfato de cobre (pasta bordelesa), y quema del material vegetal, es decir, el manejo también debe realizarse principalmente por medio de control cultural y control biológico, por medio de aplicaciones de *Trichoderma* spp., *Coniothyrium* spp., *Gliocladium* sp., *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Verticillium* spp, teniendo en cuenta sus relaciones antagónicas con los patógenos. Se han evaluado algunas bacterias y nematodos, como antagonistas de *Botrytis cinerea* (Miranda et al., 2009).

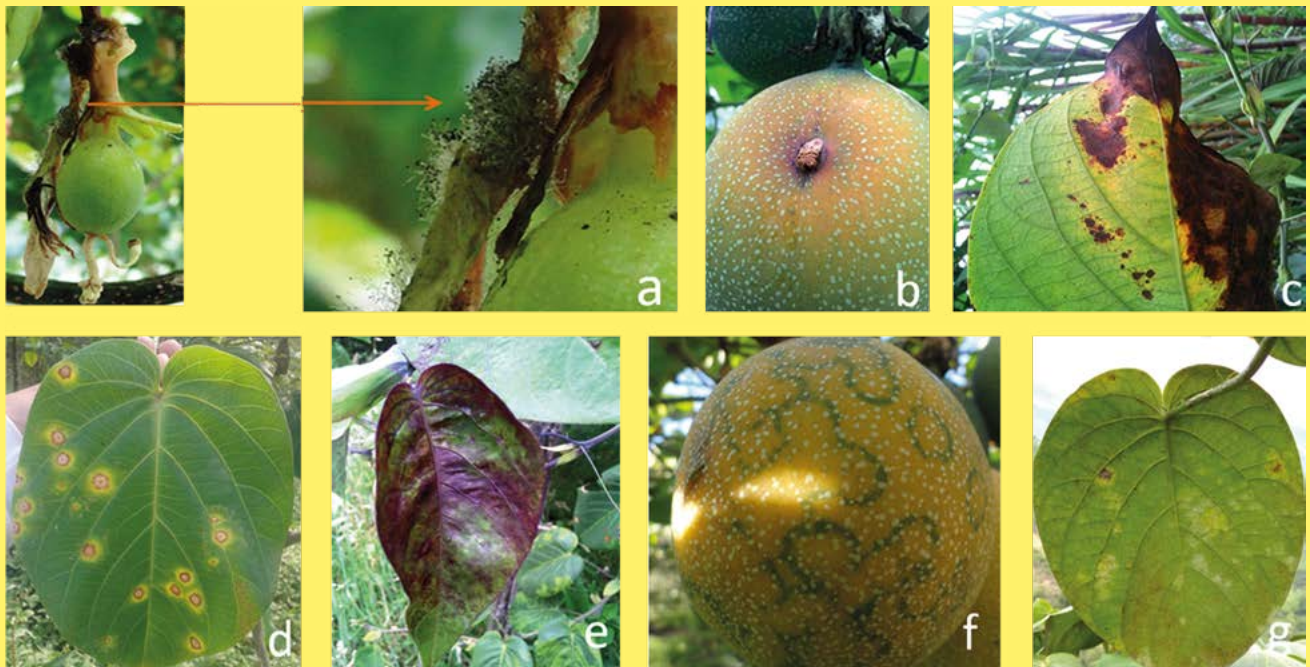
### *Virus de la hoja morada*

El agente causal de esta enfermedad es el SMV (Soybean Mosaic potyVirus), el cual según Morales et al., (2001), es un virus que presumiblemente pasó a los cultivos de maracuyá y otras passifloraceae. Los síntomas en hojas se pueden observar como moteados y/o estrías moradas con malformaciones. En órganos florales se observan mal-

formaciones con coloraciones púrpuras, fruto son tumefacciones y/o protuberancias en estado verde; cuando el fruto inicia el estado de maduración a coloración amarilla, en la fruta quedan manchas en forma de anillos entrelazados de color verde (Tamayo y Morales, 1999; Tamayo et al., 2000). Según Morales et al., (2001), este virus es de transmisión mecánica y de manera no persistente por áfidos; pero se han encontrado como especies hospederas a *Passiflora foetida*, *P. cerulata*, *P. caerulea*, *P. adenopoda* y *P. maliformis* además de las especies cultivadas comercialmente.

### Bacteriosis

Los síntomas en hojas de granadilla se manifiestan en forma de manchas irregulares, marrones, de aspecto húmedo con bordes difusos, que atraviesan la lámina foliar; estas manchas inician en los bordes de las hojas, se extienden y coalescen afectando áreas extensas de la lámina foliar (Hoyos-Carvajal y Castillo, 2015). Según estos autores, no se encuentran reportes en la literatura de enfermedades bacterianas en el cultivo de granadilla, sin embargo, Benítez y Hoyos (2009) reportaron bacterias del género *Erwinia* asociadas a un complejo bacteriano junto con *Xanthomonas axonopodis* causando la mancha de aceite de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Así mismo Farfán et al., (2010) reportaron la susceptibilidad de granadilla a inoculaciones artificiales de *Xanthomonas axonopodis*.



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 10.** Enfermedades que afectan al cultivo de granadilla en Colombia. a) pudrición de frutos (*Botrytis cinérea*), b) roña del fruto (*Cladosporium* sp), c) Antracnosis en hojas, d) ojo de pollo (*Phomopsis* sp), e) virus de la hoja morada, f) virus en frutos y g) mildew polvoso (*Oidium* sp).

## **Plagas de importancia y su manejo**

### ***Mosca del botón floral (*Dasiops curabae* y *Dasiops gracilis*)***

Las moscas del género *Dasiops* Rondani (Diptera: Lonchaeidae) constituyen la plaga más limitante en cultivos de pasifloras en Colombia, por lo que el reconocimiento de especies es importante para la toma de decisiones de vigilancia y control. Se constituyen una importante limitante en la producción debido a que utiliza los botones florales y los frutos para completar su desarrollo biológico. Algunas especies ovipositan en botones florales generando aborto, en tanto que otras especies ovipositan en flores recién fecundadas permitiendo que el fruto continúe su desarrollo mientras las larvas consumen su interior (Causton et al., 2000; Sepúlveda, 2008; y Santos et al., 2009). Esta plaga se alimenta de los contenidos de los sacos polínicos y termina consumiendo totalmente las anteras y el ovario, causando la caída del botón floral. Los huevos de *Dasiops* son hialinos, de forma alargada, colocados individualmente o en grupos hasta de cinco, dentro o sobre las anteras en el interior del botón floral.

Los síntomas de infestación correspondieron a arrugamiento de sépalos y pétalos, y consumo de ovario, anteras y filamentos al interior del botón floral. El período de incubación es de 2 a 3 días y al eclosionar la larva se localiza dentro de las anteras. La larva es típicamente vermiforme, acéfala, ápoda y de forma subcilíndrica, de superficie lisa. Cuando la larva completa su desarrollo, abandona el botón floral y empupa en el suelo; en este estado dura aproximadamente 18 días. El adulto es una mosca de color azul metálico brillante con los tarsos de color amarillo (Miranda, 2009). Para moscas del botón floral se recomienda realizar trampeos para detectar su presencia y tomar las medidas correspondientes. Si la población de adultos es alta, se recomienda utilizar insecticidas-cebo, una mezcla de 50 cc de proteína hidrolizada de maíz, más 2 cc de Malathion por litro de agua, aplicándolo en parcheos al cultivo (aplicación en surcos alternos) (Miranda et al., 2009). También, se recomienda el uso de controladores biológicos como parasitoides del género *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) los cuales parasitan la larva y pupa de *Dasiops*. Entre los depredadores de adultos se recomiendan ninfas de *Zelus ruvidius* y adultos de *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) como depredadores de *Dasiops* y otros dípteros (Miranda et al., 2009).

### ***Trips (*Thrips* spp)***

La evolución espacial y temporal de las poblaciones de trips está condicionada por una serie de factores externos de naturaleza abiótica, que afectan diferentes aspectos de la actividad biológica y del comportamiento individual (Plasencia y Climent, 1996). Estos factores externos pueden ser la temperatura, la humedad y la precipitación. Los efectos de la temperatura van ligados a los de humedad ambiental (humedad relativa del aire o grado de humedad en el suelo) y resultan distintos según el estado evolutivo del insecto. La temperatura condiciona también el inicio de la actividad de los adultos que se refugian en el suelo para pasar períodos críticos o adversos (Castineiras et al., 1996). Como primer síntoma de ataque trips, se observa que en los puntos de crecimiento una quemazón y en las hojas tiernas se presenta un amarillamiento y en-

crepamiento, que termina con reducir en gran parte el área fotosintética de la planta. Los daños que provocan en la parte foliar son de gran importancia económica. Debido a que los trips son transmisores de virus, cuando hay altas poblaciones del insecto los daños presentan en los botones causando malformaciones en la estructura floral y en algunos frutos que logran formarse. Para el manejo de trips se recomienda la colocación estratégica de trampas para la captura de adultos en el cultivo (ubicadas entre 1-2 m de altura), tales trampas son elaboradas con plástico de diferentes colores (azules y amarillos), e impregnadas de una sustancia adhesiva (pegamento, vaselina). Dichas trampas deben ser revisadas periódicamente para determinar el número de insectos capturados y deben ser cambiadas con una frecuencia quincenal.

### ***Arañita roja (Tetranychus sp)***

Es un ácaro de color rojo que se coloca en el envés de las hojas más viejas (Garcés y Saldarriaga, s.f.) el inicio del daño se presenta por focos pero cuando el ataque es severo pueden presentarse en diferentes partes de la planta al succionar la savia hay espacios cloróticos en la lámina foliar, cuando los ataques son muy severos las hojas se secan. La mayoría de los ácaros hacen su aparición en épocas secas con altas temperaturas. Su control se realiza con base en acaricidas como Sunfire 24 SC® (Clorfenapir), Polo® (Diafentiuon) y Vertimec® 1.8 EC (Abamectina, avermectina).

## **Manejo de arvenses**

El principal periodo de competencia de arvenses en el cultivo de la granadilla se presenta desde la siembra hasta los diez meses de establecido el cultivo, razón por la cual se recomienda realizar tres limpiezas, una cada 3 meses, desde el trasplante hasta cuando las plantas se hayan extendido sobre el emparrado y proporcionen sombra debajo de él. Después de establecido el cultivo la competencia de las arvenses disminuye notablemente y las limpiezas se deben realizar de acuerdo con la infestación que se presente (Miranda, 2009). Se recomienda que se estimule el establecimiento de especies de porte bajo y raíces superficiales, de tal forma que no competan por los nutrientes del suelo, proporcionan humedad y permiten las actividades normales de los microorganismos que lo habitan (Rivera et al., 2002).

## **Estreses abióticos en granadilla**

### ***Salinidad***

En presencia de suelos salinos, se reduce el crecimiento de las plantas de granadilla (*P. ligularis* Juss), como consecuencia de las bajas tasas de fotosíntesis, disminución del área foliar, clorosis y necrosis, y baja acumulación de masa seca a través del tiempo, esto debido al efecto tóxico que genera los iones como Cl y Na. La granadilla mostró mayor tolerancia que el maracuyá a estrés salino, ya que, el crecimiento, se ve significa-



tivamente afectado a partir de los 4,5 dS/m valor mayor al reportado para maracuyá (Van Hoorn y Van Alphen, 1994).

Trabajos realizados en Colombia por Escamilla et al., (2015) mostraron que las plantas sin estrés salino tuvieron tasas de fotosíntesis de  $24 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  con una reducción hasta del 71% y del 40% en la conductancia estomática con respecto al tratamiento testigo; se observó disminución en indicadores como longitud de raíz, área foliar, peso fresco y seco de la planta con reducciones hasta del 50%. Las plantas bajo estrés salino presentaron una menor eficiencia fotosintética y de acumulación de materia seca; las plantas tratadas con 45 mM  $\text{CaCl}_2$  y 90 mM NaCl evidenciaron deterioro en las raíces, presentando reducciones significativas a partir de los  $4,5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  y calificando este cultivo como moderadamente tolerante a salinidad.

### ***Disturbios fisiológicos***

En la granadilla, los desórdenes fisiológicos más reportados son: golpe de sol, la caída de estructuras florales, el cuarteamiento de los frutos y los daños por heladas (Rivera et al., 2002).

#### ***Golpe de sol***

Ocurre cuando los frutos son expuestos a un estrés por exceso de radiación solar, especialmente en aquellos frutos que se encuentran en los últimos estados de desarrollo; en el caso de la radiación visible, la fotosíntesis no puede consumir toda la energía absorbida por la clorofila, razón por la cual hay un exceso de energía almacenada que puede desencadenar reacciones oxidativas en los centros de reacción del proceso fotosintético. El resultado final es una reducción en el proceso de la fotosíntesis y, en último término, la destrucción de los pigmentos fotosintéticos (Rivera et al., 2002). Cabe indicar que los frutos quedan más expuestos a la radiación solar cuando se realizan podas fuertes o durante épocas de sequía prolongada, debido a que se reduce la cantidad de hojas que los cubren.

#### ***Cuarteamiento del fruto***

El desorden fisiológico del cuarteamiento del fruto desarrollado de la granadilla, se relaciona con los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche (Castro, 2001; Rivera et al., 2002). También es posible que se suceda el cuarteamiento por deficiencias marcada de Ca (Rivera et al., 2002).

#### ***Caída de estructuras florales y aborto de frutos***

La caída de las estructuras florales del cultivo de la granadilla, se relaciona con períodos de estrés hídrico, durante las etapas de prefloración y floración y en la etapa de cuajamiento del fruto, estados estos que son altamente exigentes en agua. De

igual manera, ha sido asociada a deficiencias nutricionales, tanto de elementos mayores como el fósforo (P) y el potasio (K), elementos secundarios como el calcio (Ca) y menores como el boro (B).



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 11.** Afectación de frutos por fisiopatías. a) daño por bajas temperaturas, b) rajado del fruto y c) deficiencias nutricionales.

## Cosecha y poscosecha

Como preparativo para la cosecha, se recomienda aplicar Tiabendazol 0,5 cm<sup>3</sup>/L de agua, más 5 cm<sup>3</sup>/L de hipoclorito de sodio, el día anterior a la cosecha, como medida preventiva del ataque de hongos. Debido al hábito de crecimiento, la secuencia de aparición de las flores, la formación del fruto, y al proceso de maduración, la recolección puede durar varios días, incluso, semanas.

De acuerdo con los estados fenológicos determinados, la madurez fisiológica se alcanza a los 42 días después de la fructificación y 92 días para alcanzar la madurez de cosecha, esto dependiendo del cultivar utilizado y de las condiciones ambientales o fisiológicas que afecten el cultivo (Rodríguez et al., 2015).

Estudios sobre la maduración del fruto de granadilla cultivada en el departamento del Huila, determinaron un aumento en las coordenadas colorimétricas, luminosidad (L) y croma (C); mientras los valores del hue (h) disminuyeron a partir del día 121 como una consecuencia del inicio de la maduración de la fruta en planta. El aumento en la luminosidad indica incremento en el brillo de la corteza de la fruta (Espinosa et al., 2015).

La recolección se hace manualmente, aplicando presión con los dedos sobre el tercer nudo, en la parte superior del cáliz, donde se encuentra la zona de abscisión. El

empaque más utilizado por los productores es la caja tipo manzanera, con un peso neto de 13 kilogramos; considerando un peso promedio por granadilla de 113 gramos. Sin embargo, la caja granadillera de 30x28x50 centímetros, con una capacidad de 10 a 12 kilogramos, aunque menos utilizada ofrece mejores condiciones para la conservación del fruto. Otros tipos de empaques son canastillas modulares, de 60x40x25 centímetros, con una capacidad de 13 kilogramos. En el fondo de las cajas se coloca un tendido de papel; igualmente, entre tendido y tendido se ubica la granadilla (Parra et al., 2010).



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 12.** Cosecha de frutos de granadilla con malla protectora para evitar daños físicos en el transporte.

## Comercialización

El 50% de la granadilla producida en Colombia, es transportada al mercado Europeo por vía aérea, esto reduce la rentabilidad y la competitividad del producto en dicho mercado. El tiempo requerido para la exportación dura cerca de los 20 días que comprende desde la adquisición y acopio de la fruta hasta el envío y llegada de la fruta al país de destino. El porcentaje de pérdida de la fruta durante la exportación es del 5 % y su principal causa es la manipulación. Las condiciones del transporte de la fruta son refrigeración de  $-4^{\circ}\text{C}$ , empacada en cajas de cartón y estibada en contenedor, a través de transporte aéreo (Estupiñan et al., 2013). Se realizaron 6 determinaciones (día de por medio) de variables relacionadas con el comportamiento del fruto en la poscosecha, durante 64 días: Intensidad respiratoria, Firmeza, Densidad aparente (producto recién cosechado), acidez total titulable, pérdida de peso y sólidos solubles totales.

Estudios realizados por la exportadora CI Frutas comerciales, evaluaron frutos de granadilla en estados 5 y 6 del desarrollo, en empaque tipo exportación (caja de cartón

y mallalón) y almacenadas en las siguientes condiciones refrigeración a 7,7°C y 83,6% H.R; ambiente a 16,5°C y 87,9% H.R. Se determinó el cambio de la firmeza del fruto y la curva de intensidad respiratoria.

Debido a que la intensidad respiratoria de la granadilla es tan baja, el diseño de las áreas de ventilación, no es relevante para este empaque; es más, se podría disminuir el área expuesta para así brindar mayor protección contra daño mecánico en los frutos. Con respecto a la firmeza, se observó reducción de los valores de estos: 45,4% y 33% respectivamente, también se reporta, una fuerza de 7 Kgf\*cm<sup>-2</sup> para frutos en grado de madurez 5.

Los valores hallados de Sólidos solubles totales (SST) °Brix en granadilla reportados por Villamizar (1994) y por Rojas (2004) se encuentran en el rango de 14,5 a 16 °Brix. La acidez presentó una variación muy pequeña (aproximadamente 0,02% de ácido cítrico en condiciones ambiente y 0,01% en condiciones de refrigeración), lo cual, indica que el % de ácido cítrico permanece constante a lo largo de la vida poscosecha del fruto.

La pérdida de peso promedio diaria en almacenamiento a condiciones ambientales fue de 0,47 gramos aproximadamente, mientras que, en refrigeración fue de 0,13 gramos por fruto. Después de los 64 días de almacenamiento (65 días después de la cosecha), los frutos almacenados en ambiente perdieron el 23,68% del peso inicial mientras que los frutos almacenados en refrigeración perdieron el 6,25% de su peso inicial. Es posible mantener la calidad óptima de exportación de los frutos de granadilla, por un periodo mayor de 40 días (manejo adecuado); lo cual implica que es viable la exportación por vía marítima (entre 6 y 15 días de viaje).

Los costos de implementación y de mantenimiento del cultivo llegan alrededor de 26 millones, esto en los primeros dos años que es periodo estimado de producción del cultivo, en estos dos años los ingresos llegan a los 120 millones de pesos. La relación beneficio-costos es de 4,77 lo cual nos indica que habrá una ganancia de 3,77 pesos por cada peso que se invierte, determinando que es una inversión que puede generar grandes ingresos para los productores de la zona. Los precios están determinados por la estacionalidad del cultivo, en promedio el precio de la granadilla en la principal central de abastos del país (corabastos), es de 3000 pesos por kilogramo. La tasa interna de retorno TIR para este cultivo es de 114 % lo cual, con una tasa de descuento de 60 %, esto nos demuestra es un cultivo promisorio y que tiene grandes posibilidades de ser una solución a los problemas de falta de empleo y de falta de inversión en el sector rural.

El cultivo de la granadilla es una interesante oportunidad exportadora para el país y la contribución de los resultados presentados en este capítulo es dar a conocer el conocimiento tecnológico generado sobre la pre y poscosecha de la granadilla que incidan positivamente en el éxito de la apuesta exportadora de Colombia.





Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 13.** Selección y empaque de frutos de granadilla para los mercados de grandes superficies y exportación.

## Bibliografía citada

ABREU, P. *et al.*, Photosynthetic responses of ornamental pasión flower hybrids to varying light intensities. **Acta Physiologiae Plantarum**, 2014.

AGRONET. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. **Análisis – Estadísticas**. Granadilla, 2014. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co>. Acceso en: out. 2014.

ALARCÓN, V, C., CRUZADO, C, L., TREBEJO, V, I. **Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de café, granadilla y palto en la subcuenca de Santa teresa**. Cusco: Editora SENAMHI, 2013. p. 36-38.

ARIAS, J.C., J. OCAMPO; R. URREA. Sistemas de polinización en la Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) como base para estudios genéticos y de conservación. **Acta Agron.** 2015. (en imprenta).

BENITEZ, S.V.; HOYOS, L.M. Sintomatología asociada a bacteriosis en zonas productoras de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en Colombia. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 3, n. 2, 2009.

BERNAL, J. A; P. J. TAMAYO. Informe de visita a municipios productores de granadilla del departamento de Caldas. **Corpoica Regional 4**, Rionegro, Colombia, 1999.

BERNAL, J. A. Biología floral de dos especies de pasifloras. *In*: Primer Simposio Internacional de Passifloras. **Libro de resúmenes**. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1991. pp. 153-164.

BERNAL, N., J. OCAMPO; J. HERNÁNDEZ. Caracterización y análisis de la variabilidad genética de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia empleando marcadores microsatélites. **Rev. Bras. Frutic.** v. 36, n. 3, p. 598-611, 2014.

CADENA PRODUCTIVA Frutícola del Huila. Manual técnico del cultivo de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) en el departamento del Huila. Neiva, Huila: Secretaría técnica, 2006. 34 p.

CAMELO, V. **Detección e identificación de los virus patógenos de cultivos de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en la región del Sumapaz.** 60 p. 2010. Tesis (Maestría) - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 2010.

CÁRDENAS, J.; MIRANDA, D.; MAGNITSKIY. Morphological and anatomical analyses of the seed coats of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 377-385, 2011.

CÁRDENAS, J. F. **Morfología y tratamientos pregerminativos de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)**. 2011. Tesis (Magister en Ciencias Agrarias) - Universidad Nacional de Colombia, 2011.

CASTAÑO-ZAPATA, J.; HOYOS-CARVAJAL, L.M. Manejo de enfermedades en frutales. In: FISCHER, G. **Manual para el cultivo de frutales en el trópico**. Bogotá: Produmedios, 2012. p. 217-237.

CASTINEIRAS, A., BARANOWSKI, R.M, GLENN, H. Temperature response of two strains of *Ceranisus menes* (Hymenoptera: Eulophidae) reared on Thrips Palmi (Thysanoptera:Thripidae). **Florida Entomologist**. v. 79, n.1, p. 13-19, 1996.

CASTRO, J. J. **Guía básica para el establecimiento y mantenimiento del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)**. Bogotá: Asohfrucol, Fondo Nacional del Fomento Hortofrutícola, 2001.

CASTRILLÓN-G., J.D. **Etiología de la enfermedad llamada ojo de pollo en la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) a nivel de invernadero**. 1992. Trabajo de grado (Graduación) - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1992.

COPPENS D'EECKENBRUGGE G. **Promesas de las pasifloras**. 2007. Disponible em: [http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales/memorias/especies/Magistrales/24\\_pasifloras%20Medellin2\\_Geo.htm](http://www.reuna.unalmed.edu.co/temporales/memorias/especies/Magistrales/24_pasifloras%20Medellin2_Geo.htm). Acceso em: 18 set. 2011.

DAMM, U. *et al.*, **The Colletotrichum acutatum species complex**: studies in Mycology. 73: p. 37-113. 2012a.

DAMM, U. *et al.*, **The Colletotrichum boninense species complex**: Studies in Mycology. 73: p. 1-36. 2012b.

ELLIS, R. H., HONG, T. D., ROBERTS, E. H. **Handbook of seed technology for genebanks, Volume II: Compendium of Specific Germination. Information and Test Recommendations**. Rome, Italy: International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), 1985. 163 p.

ESCAMILLA, D. M., CALDERÓN, J. P, MIRANDA, D. **Caracterización de la respuesta de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) a estrés salino**. 2015. Trabajo de grado (Graduación) - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, 2015.

ESPINOSA, D.S. *et al.*, Caracterización físico química, fisiológica y bioquímica del fruto de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). In: **Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss): Caracterización ecofisiológica del cultivo**. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Colciencias: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), 2015. pp 91-118.

ESTUPIÑAN, F. *et al.*, **Acuerdo de Competitividad de la Cadena Nacional de Pasifloras**. Neiva: Corporación CEPASS, 2013.

FARFÁN, L.; CASTILLO, S.; HOYOS, L. 2010. Hospederos alternos de bacterias fitopatógenas asociadas a bacteriosis de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Passiflora. Cepass/Asohofrucol. Neiva (Huila), 3 al 5 de octubre. p. 93.

FISCHER, G; CASIERRA-POSADA, F; PIEDRAHITA, W. Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia. *In*: MIRANDA, D. **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 45-67.

FISCHER, G. **Condiciones ambientales que afectan el crecimiento, desarrollo y calidad de las pasifloráceas**. 2010. Disponible em: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_140\\_Condiciones\\_ambientales.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_140_Condiciones_ambientales.pdf). Acceso em: 05 nov. 2011.

FLÓREZ, L. M. *et al.*, Caracterización fisicoquímica, fisiológica y bioquímica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) como indicadores para el punto óptimo de cosecha. *In*: MELGAREJO, L. M (ed.). **Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims)**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012. pp. 53-79.

FRANCA, N. J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **El test de tetrazolio en semillas de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p.

FRANCO, O. *et al.*, Caracterización preliminar de frutos de granada china (*Passiflora ligularis* Juss.) en Hueyapan y Teziutlán. Puebla, **Ciencia Ergo Sum**, v. 15, n. 1, p. 54-60, 2008.

FRANCO, Y. *et al.*, Factores ambientales incidentes en la población de *Xylocopa* y su efecto en el cultivo de granadilla en tres veredas del municipio de Guarne (Colombia). **Rev. Uni. Cat. Ori.**, v. 24, n. 73-88, 2007.

GARCÍA, J.; FLORIANO, J.; VERA, L. F. **Enfermedades y plagas del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en el departamento del Huila**. El Espinal, Tolima, CORPOICA, Colombia, 2007. 37 p.

GARCÍA, M. **Manual de manejo, cosecha y poscosecha de granadilla**. Bogotá: Corpoica, 2008.

GARDNER, D. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae* to banana poka and other *passiflora* spp. in Hawaii. **Plant disease**, v. 73, n. 6, p. 476-478, 1989.

GOBERNACION DEL HUILA. Secretaria de Agricultura y Minería. **Manual técnico cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) en el departamento del Huila**. Neiva, 2006.

GOBERNACION DEL HUILA. Secretaria de Agricultura y Minería. **Acuerdo de competitividad, cadena productiva frutícola**. 2008. Disponible em: [http://www.huila.gov.co/documentos/A/acuerdo\\_regional\\_fruticola\\_2008.pdf](http://www.huila.gov.co/documentos/A/acuerdo_regional_fruticola_2008.pdf). Acceso em: 05 nov. 2011.

GOBERNACION DEL HUILA. **Plan local de emergencias y contingencias-PLEC**. 2011. Acceso em: <http://santamaria-huila.gov.co/apc-aa-files/36303664643865383036363461346635/plec-santa-mara.pdf>. Acceso em: out. 2014.

GUEVARA, C. L. *et al.*, **Seed cryopreservation in three *Passiflora* species**. s.f. 2011. Disponible em: <ftp://ciat.cgiar.org/ipgri/Templates%20Bioiversity/crioPasiflora.doc>. Acceso em: 05 maio 2020.

GUTIÉRREZ, M. I. **Efecto de tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas y obtención de plántulas de Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*), Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) Y Cholupa (*Passiflora maliformis* L.)**. 2012. Trabajo de grado (Graduación) - Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, 2012.

HAMMER, K. *et al.*, Plant genetic resources for plant breeding. *In*: ACQUAAH, G. (ed.). **Principles of plant genetics and breeding**. 2nd ed. Chichester, UK: Wiley/Blackwell, 2012. p. 87-107.

HARTMANN, H.T. *et al.*, **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Pearson Education limited, 2002.

HERNÁNDEZ, L. M. *et al.*, **Guía de identificación de las principales plagas y enfermedades del maracuyá, la gulupa y la granadilla**. Bogotá: Centro Bio-Sistemas Universidad Jorge Tadeo Lozano; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2011.

HESCHEL, M. S. *et al.*, A new role for phytochromes in temperature-dependent germination. **New Phytologist**, v. 174, p. 735-741, 2007.

HIDALGO, R. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. *In*: FRANCO, T. L.; HIDALGO, R. (ed.). **Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos**. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), 2003. pp. 2-26. (Boletín Técnico No. 8). Disponible em: [http://www.corabastos.com.co/Boletín de precios/cultivo granadilla](http://www.corabastos.com.co/Boletín%20de%20precios/cultivo%20granadilla). Acceso em: 05 maio 2020.

ICA. **Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis*)**: medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia: Produmedios, 2001.

ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. **Frutas frescas granadilla NTC 4101**. Bogotá: ICONTEC, 1997.

ISTA. International Seed Testing Association. **Rules for testing sedes**. 1977. p. 176.

ISTA. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. **Seed Sci. & Technol.**, v. 24, 1996. (Supplement).

JIMÉNEZ, Y.; CARRANZA, C. RODRIGUEZ, M. Manejo integrado del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *In*: MIRANDA, D. *et al* (ed.). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 159-189.

KILLIP, E.P. The American species of Passifloraceae, Field Museum of Natural History. **Publication Botanical Series**, v. 19 n. 1/2, p. 1-163. 1938.

LEWICKI. Statistics: Methods and applications. StatSoft, Tulsa, OK. Icontec. 1997. Norma 4101. Frutas frescas. Granadilla. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá. Killip, E.P. 1938. **The American species of Passifloraceae. Bot. Ser.**, v. 19, n. 1/2, p. 1-163, 2007.



LOZANO, M. *et al.*, **Manual del manejo preventivo de la Secadera (*Fusarium sp.*) en el cultivo del maracuyá**. Tolima, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) CI Nataima, 2008.

MABUNDZA, R. M., WAHOME, P. K., MASARIRAMBI, M. T. Effects of Different Pre-germination Treatment Methods on the Germination of Passion (*Passiflora edulis*) Seeds. **J. Agric. Soc. Sci.**; v. 6, p. 57–60, 2010.

MALAVOLTA, E. **Nutrición y fertilización del maracuyá**. São Paulo, SP: Instituto de Potasa y Fósforo, 1994. 52 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrición mineral de plantas**. São Paulo, SP: Editora agronómica CERES Ltda., 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 319.

MANTILLA, A. Ecofisiología de la germinación de semillas. *In*: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ- MOREIRAS. **La ecofisiología vegetal: una ciencia de síntesis**. [s.l.]: Paraninfo S. A., 2003. p. 901-922.

MEDINA, C. I.; LOBO, M.; CORREA, R. Caracterización morfológica y química de Pasifloras Andinas como apoyo al desarrollo de estas especies. *In*: **Memorias III Seminario de Frutas de Clima Frío Moderado**. Manizales, Colombia: Corpoica, 2000. pp. 13- 18.

MELGAREJO, L. **Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss)**: Caracterización ecofisiológica del cultivo. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Colciencias: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), 2015. 304 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA y Desarrollo Rural. **Plan Frutícola Nacional**: Desarrollo de la Fruticultura en el Huila. 2006.

MIRANDA, D. **Zonificación de especies frutícolas en zonas de Colombia mediante la metodología de evaluación de tierras de la FAO**. Documento de trabajo. Nataima: Corpoica CI, 2002. 50 p.

MIRANDA, D., MORENO, N., CARRANZA, C. Un modelo para el manejo de la nutrición en el cultivo de la Granadilla. *In*: **Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) caracterización ecofisiológica del cultivo** 2015. p 120-152.

MIRANDA, D. Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *In*: **Manual para el cultivo de frutales en el trópico**. [s.l.]: Editorial PRODUMEDIOS, 2012. pp. 550-578.

MIRANDA, D.; PEREA, M.; MAGNITSKIY, S. Propagación de especies pasifloráceas. *In*: MIRANDA, D. *et. al* (ed.). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 69-96.

MIRANDA, D. Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). *In*: MIRANDA, D. *et. al* (ed.). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 121-157.

MOGOLLÓN, M. **Estudio fisiológico poscosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) bajo dos condiciones de almacenamiento.** Grupo de Investigación en Poscosecha de Productos Agrícolas Universidad Nacional de Colombia, 2010. 12 p.

MOLINERO, L. M. **¿Y si los datos no siguen una distribución normal?** 2003. Disponible em: <http://www.seh-lelha.org/noparama.htm>. Acceso em: 05 nov. 2011.

MONTERO, D. A.; CAMARGO, J. E. Efecto del extracto de *Caseira Corymbosa* sobre la germinación de *Passiflora edulis* var. *edulis*. **Rev. Bras. de Agroecología**, v. 6, n. 2, 2011, p. 63-69.

MORALES, F. *et al.* Caracterización molecular de los virus que afectan al maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y otras pasifloras en Colombia. **Fitopatología Colombiana**, v. 25, n. 2, 2001, p. 99-102.

MORENO, N.; MIRANDA, D.; CARRANZA, C. **Parámetros de crecimiento y requerimientos nutricionales de Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) bajo invernadero.** En prensa. Agronomía Colombiana, 2014.

MORENO, E. M. **Análisis físico y biológico de semillas agrícolas.** México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1984. p. 169-223.

NIETO, A. M.; RIVERA, B. El arreglo café-granadilla: una alternativa tecnológica para la innovación de los sistemas productivos. *In: IV Seminario de Frutas de Clima Frío Moderado.* Libro de resúmenes. Medellín, Colombia: Corpoica, 2002. p. 230-237.

OCAMPO, J.; ARIAS, J. C., URREA, R. **Colecta e identificación de genotipos élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia.** [s.l]: [s.n]. 2015.

OCAMPO, J. **Study of the genetic diversity of genus *Passiflora* L. and its distribution in Colombia.** 2007. Tesis (Doctorado) - Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques (SupAgro), Montpellier, Francia. 2007.

OCAMPO, J.; WYCKUYS, K. Mejoramiento genético participativo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. *In: Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Passiflora.* Neiva, Colombia: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (Cepass), 2010. p. 127.

OCAMPO, J.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, C.; SCHNELL, R. AFLP analysis for the study of genetic relationships among cultivated *Passiflora* species of the subgenera *Passiflora* and *Tacsonia*. **Proc. Interam. Soc. Trop. Hortic.**, v. 47, p. 72-76, 2004.

OCAMPO, J. *et al.*, 2013. Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de mejoramiento en Colombia. *Acta Agron.* 62(4), 352-360.

OCAMPO, J. *et al.*, Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. **Biota Colombiana**; v. 8, n. 1, p. 1-45, 2007.

OLIVEIRA, E. J. *et al.*, Selecao em progenies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 43, n. 11, p. 1543-1549, 2008.

OLIVEIRA, J. M. **Caracterização dos Frutos do Maracujazeiro-Do-Mato (*Passiflora cinnata* Mast.) e Superação de Dormência De Sementes.** 2008. Tesis (Posgrado de Agronomía) - Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia, Brasil, 2008.

ORTIZ, D. *et al.*, Evaluating purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) genetic variability in individuals from commercial plantations in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 59, n. 6, p.1089-1099, 2012.

OSU. Oregon State University. **Importance of seed vigor testing.** 2011. Disponível em: <http://seedlab.oregonstate.edu/importance-seed-vigor-testing>. Acesso em: 20 set. 2011.

PARRA, M. *et al.*, **Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena de Granadilla en el departamento del Huila.** Neiva: Corporación CEPASS, 2010. p. 39.

PARRA, M. **Acuerdo de competitividad para la cadena productiva de pasifloras en Colombia.** Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Consejo Nacional de Pasifloras, Cepass, Asohofrucol, 2013.

PARRA, M. *et al.*, **Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de granadilla en el departamento del Huila.** Corporación Cepass, Neiva; Universidad del Valle, Cali; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, 2011.

PECE, M.G. *et al.*, Germinación de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (tipa blanca) en condiciones de laboratorio. **Revista de Ciencias Forestales**, Quebracho, v. 18, n. 1/2, p. 5-15, 2010.

PÉREZ-CORTÉZ, S.; ESCALA, M.; TILLET, S. Anatomía de la cubierta seminal en ocho especies de *Passiflora* L., subgénero *Passiflora*. **Acta Bot. Venez.**, v. 28, n. 2, p. 337-348, 2005.

PÉREZ-MARTÍNEZ, L.; MELGAREJO, L. M. Photosynthetic performance and leaf water potential of gulupa (*Passiflora edulis* Sims, *Passifloraceae*) in the reproductive phase in three locations in the Colombian Andes. **Acta Biológica Colombiana**, v. 20, n. 1, p. 83-194, 2015.

PERRIER, X.; JACQUEMOUD-COLLET, J. P. **Darwin software.** 2006. Disponível em: <http://darwin.cirad.fr>. Acesso em: set. 2014.

PIRES, M. V. *et al.*, Photosynthetic characteristics of ornamental passion flowers grown under different light intensities. **Photosynthetica**, v. 49, p. 593-602, 2011.

PLASENCIA A. L.; CLIMENT, J. **Trips y su control biológico.** España: Pisa Ediciones, 1996. 205 p.

RANAL, M. A.; GARCÍA, D. How and why to measure the germination process?. **Revista Brasil. Bot.**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

RIASCOS, O. D. **Agentes causales de roña en Gulupa (*Passiflora edulis* Sims.).** I Congreso Latinoamericano de *Passiflora*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Asohofrucol, 2010. 22 p.

RILEY, J. M.. **Growing rare fruit from seed.** California Rare Fruit Growers, Inc. 1981. 2011. Disponível em: <http://www.crfg.org/tidbits/seedprop.html>. Acesso em: 20 set. 2011.

RIVERA, B. *et al.*, **Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.).** Manizales, Colombia: Ed. Litoas, 2002. 130 p.

RODRÍGUEZ-LEON, A. K. *et al.*, Caracterización fenológica de granadilla *Passiflora ligularis* Juss) crecida a diferentes altitudes en el departamento del Huila. *In: Granadilla (Passiflora ligularis Juss) caracterización ecofisiologica del cultivo*. 2015. p 53-90.

RODRÍGUEZ, L. F., BERMÚDEZ, L. T. Economía y gestión del sistema de producción de pasifloráceas en Colombia. *In: MIRANDA D. et al (ed). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 303-326.

SALDARRIAGA, R. L. **Manejo post-cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss)**. Colombia: [s.n], 1998.

SALDARRIAGA, R. L. **Manejo post-cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.)**. Serie de paquetes de capacitación sobre manejo post-cosecha de frutas y hortalizas 7. Armenia, Colombia: Convenio Sena Reino Unido, 1998.

SANTOS, A. B.; ALMAGUER, V. G.; BARRIENTOS, P. A. Pregerminative treatment and growth evaluation of seedlings of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Abstract. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura 1994, 1994.

SCHMIDT, L. 2000. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. Humlebaek, Denmark: Danida Forest Seed Centre, 2000.

SECRETARIA TÉCNICA CADENA Productiva Frutícola. **Manual Técnico Del Cultivo De Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el departamento del Huila**. SEDAM, 2006.

SECRETARIA TÉCNICA NACIONAL de la Cadena de pasifloras. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Sistema de información de organizaciones de cadena (SIOC)**. Informes de actividades. 2014.

SEVERINI, C. *et al.*, Estimulación De La Germinación De Semillas De *Passiflora Caerulea* L. Cultivadas In Vitro. **Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Universidad Nacional de Rosario, v. 4, n. 6, p. 55-58, 2004.

SISTEMA DE INFORMACIÓN Y gestion de organizaciones de cadena SIOC. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Agronet. **Reporte: Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo**. 2017. Disponible em: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>. Acceso em: nov. 2018.

SISTEMA DE INFORMACIÓN Y gestion de organizaciones de cadena SIOC. **Reporte: Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo**. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Agronet. 2019. Disponible em: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>. Acceso em: jan. 2020.

TAMAYO MOLANO, P. J.; BERNAL, J. El mal de hilachas y mohos de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). **Ascolfi Informa**, Colombia, v. 27, n. 5, p. 33-35, 2000.

TAMAYO, P. J.; MORALES, J. G. **Manejo agronómico y fitosanitario de semilleros y almácigos de granadilla**. Colombia: [s.n.], 1999.

TAMAYO, M. P. J. *et al.*, 2000. Reconocimiento y distribución de la 'hoja morada de la granadilla' en Colombia. **Ascolfi Informa**, Colombia, v. 26, n. 2, p. 15-16, 2000.



TAMAYO, M. P. J.; PARDO-CARDONA, V. M. 2000. First records and observations on powdery and white mildews on granadilla (*Passiflora mollissima* (HBK) Bailey), tacso (*Passiflora ligularis* Juss.) and other *Passifloraceae* in Colombia. **Ascolfi Informa**, Colombia, v. 26, n. 5, p. 40-42, 2000.

TRUJILLO, H. Algunos aspectos sobre el cultivo de la granadilla. **Revista Eso. Agrícola**, v. 11, n. 22, p. 18-22, 1983.

VAN HOORN, J. W.; VAN ALPHEN, J. G. Salinity control. *In*: RITZEMA, H.P. (ed.). **Drainage principles and applications**. 2. ed. Wageningen: ILRI, 1994. p. 533-600.

VIEIRA, R.D. *et al.*, Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

VILLAMIZAR, F. La Granadilla, su caracterización física y comportamiento postcosecha. **Ingeniería e Investigación**, v. 8, n. 3, p. 14-23, 1992.

WEIR, B. S.; JOHNSTON P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p. 115-180, 2012.





Foto: Omar Camilo Quintero

## **CAPÍTULO 5**

**Curuba: *Passiflora tripartita* var. *mollissima* y  
*Passiflora tarminiana***

Gerhard Fischer  
Omar Camilo Quintero  
Claudia Patricia Tellez  
Luz Marina Melgarejo







## Introducción

La curuba es originaria de la zona montañosa de Suramérica, incluyendo países como Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú y Bolivia (Bernal y Díaz, 2005) y Colombia posee los cultivos con mayor producción comercial, principalmente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Tolima (Ocampo *et al.*, 2017). También se encuentran cultivos en Chile, México, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Simirgiotis *et al.*, 2013), así como en Argentina, Perú, Ecuador y Venezuela.

La curuba es conocida en inglés como banana passionfruit, en Ecuador como tacso, tagso o tausó, en Venezuela como parcha, en Bolivia como curuba o tumbo y en Perú como tacso, tumbo, tumbo del norte, trompos o tintín.

En Colombia es producida especialmente por el pequeño productor, en unas 1.556 ha con un total de 23.000 t/año, llegando a una producción promedio de 10 t/ha (Agronet, 2017; Ocampo *et al.*, 2017), sin embargo, las estadísticas muestran una tendencia a la baja. Cultivos tecnificados muestran producciones hasta 20 t/ha, mostrando un gran potencial (Quintero, 2009).

El fruto, gracias a sus características organolépticas y nutraceúticas la ubican dentro de las pasifloras más apetecidas y con un potencial para la exportación, por ahora a pequeña escala (Campos y Quintero, 2012); además, sus hojas contienen passiflorina (Dhawan *et al.*, 2004) que la facultan para proyectos de bioprospección.

## Características morfológicas

Según Campos y Quintero (2012) y Ocampo *et al.*, (2017) las más cultivadas en Colombia son la curuba de Castilla (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y la curuba India (*P. tarminiana*); aunque, debido al cruzamiento, existen ecotipos sin definir (Campos y Quintero, 2012).

La planta de curuba, que pertenece al subgénero Tacsonia, es semileñosa y se comporta como un bejuco trepador (Figura 1), con un hipantio largo, mientras la corona es reducida (Escobar, 1988). Campos y Quintero (2012) describen los órganos de la planta así: las raíces son fibrosas y ramificadas, con un tallo semileñoso, cilíndrico y ramas lisas o pubescentes, cilíndricas o angulares; en los nudos se desarrollan siempre una yema vegetativa, una reproductiva, una hoja y un zarcillo, que sirve para sostener a la planta; las hojas se desarrollan en forma trilobulada o entera y son aserradas, alternas, pubescentes o no, y presentan un color verde oscuro en el haz y claro en el envés; mientras las flores son péndulas o erectas, hermafroditas con cinco pétalos con colores rojo, rosado o blanco; presentan cinco sépalos, cinco estambres y tres estigmas, con ovario súpero; la corona es de forma de tubérculos o filamentos; un androginóforo que carga los órganos masculinos y femeninos; con un hipantio cubriendo el androginóforo y soportando el periantio, mientras las brácteas pueden ser adheridas o sueltas al hipantio; el pedúnculo presenta diferentes longitudes de corto a largo y puede medir

hasta 1 m; el fruto es clasificado como una baya, oblonga a redonda, con un color amarillo, rojo o verde amarillento (Figura 1), que contiene de poca hasta abundante pulpa (arilo) de un color amarillo anaranjado hasta amarillo pálido con un pH entre 2 y 4, con muchas semillas (>100) negras a marrón, de mediano a pequeño tamaño.



Fotos: Gerhard Fischer



**Figura 1.** Botones florales, flores, hojas y frutos en curuba. Izquierda: híbrido *Passiflora tripartita* var. *mollissima* x *P. mixta*); derecha: *P. tripartita* var. *mollissima*.

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial de curuba

En Colombia, se encuentran plantaciones comerciales de curuba entre los 1.800 y 3.200 msnm (Angulo y Fischer, 1999). A mayor altitud se fomenta una epidermis del fruto de mayor grosor que favorece la resistencia a enfermedades como la antracnosis (Campos y Quintero, 2012). Estas altitudes presentan temperaturas promedio entre los 13 y 16°C. Temperaturas de 0°C y menor pueden afectar las yemas reproductivas, flores, frutos recién cuajados y las partes vegetativas (Campos y Quintero, 2012), especialmente aquellas en desarrollo inicial; sin embargo, existen también líneas de *P. mollissima*, según National Research Council (1988), que toleran temperaturas de -5°C durante pocas horas.

Cultivando curuba a dos altitudes, 2.498 y 2.006 msnm, en Pasca (Cundinamarca, Colombia) se encontró que los frutos de la mayor altitud fueron más pesados y grandes, con mayor contenido de ácido cítrico y ascórbico, pero con menores grados Brix (Mayorga *et al.*, 2017).

Una precipitación de 1.000 a 1.500 mm anual, bien repartida, es óptima para el buen desarrollo de la planta (Fischer et al., 2009). La precipitación faltante se debe suplir mediante riego artificial dependiendo del estado de desarrollo de la planta. Otros eventos como anegamiento, sequías prolongadas y granizo afectan gravemente el crecimiento y producción de la plantación. Humedades atmosféricas entre 70 y 80% favorecen la polinización y la germinación del polen, humedades más bajas aumentan el riesgo durante las heladas y las más altas brindan la posibilidad de enfermedades como la antracnosis (Campos y Quintero, 2012).

La curuba es una planta alógama, cuyo proceso de fecundación es facilitado por vientos suaves que permiten el transporte de polen por el aire o por el vuelo de insectos polinizadores (Bernal y Díaz, 2005); por lo cual en zonas con vientos de alta velocidad se deben sembrar barreras rompevientos de plantas nativas.

Las pasifloráceas se adaptan bien a un rango amplio de tipos de suelo, pero anegamiento o inundación afectan gravemente el crecimiento radical y la supervivencia de las plantas (Paull y Duarte, 2012). Especialmente para la curuba, los suelos deben tener una textura franco arenosa a franco arcilloso, buena fertilidad aparente, drenaje y aireación, con un pH que oscila entre 5,5 y 6,5, y una profundidad  $\geq 50$  cm (Campos y Quintero, 2012).

## Variedades y cultivares

Campos (2001) reporta que de las 21 especies encontradas en Colombia, solamente dos se han cultivado en forma comercial.

La *P. tripartita* var. *mollissima* como describen Ocampo et al., (2017) y Campos y Quintero (2012), conocida vulgarmente como curuba de Castilla o tumbo, tiene tallo y ramas cilíndricas pubescentes y se comporta como una liana vigorosa y puede crecer hasta 10 años o más según el estado fitosanitario favorable. Las flores vistosas son colgantes y presentan un hipantio verde hacia la base y morado hacia el ápice verde, con una corola campanulada de color rosa oscuro magenta. El fruto oblongo tiene un color amarillo pálido, es oblongo y redondeado en los dos extremos, con dimensiones de 9 a 15,5 x 3,5 a 5 cm, para un peso promedio de unos 90 g. La pulpa de color amarillo anaranjada, de acuerdo con Campos (2001), corresponde al 60% del peso fresco del fruto; mientras la cáscara y las semillas al 33% y 7%, respectivamente. La pulpa presenta pH entre 3 y 3,5, con 8 a 9°Brix. El fruto contiene unas 100 semillas o más y exhibe alta susceptibilidad a antracnosis.

La *P. tarminiana* conocida como curuba India o curuba Quiteña. Según Ocampo et al., (2017), tiene características muy similares a la curuba de Castilla con flores pendulares y una corola de color rosa claro. Fruto alargado y fusiforme de 8 a 11 x 3 a 4 cm, muestra un color amarillo más profundo que la Castilla, en algunos casos, teñido con naranja-rojizo, y pesa unos 80 g. Campos (2001) reporta que el peso fresco del fruto consiste en 58% de la pulpa, 36% de la cáscara y 6% de las semillas, con un pH de la

pulpa de 2,5. Presenta una mayor tolerancia a la antracnosis y se puede cultivar a partir de 2000 msnm, más baja que la Castilla, pero con frutos más pequeños en esta altitud (Ocampo *et al.*, 2017). Su demanda comercial es menor que la curuba de Castilla.

A menor escala, cultivadas y menos productivas, existen en Colombia otras variedades botánicas (Ocampo *et al.*, 2017) como *P. tripartita* var. *tripartita*, *P. tripartita* var. *azuayensis*, *P. mixta*, *P. cumbalensis* var. *goudotiana*, *P. pinnatistipula*, *P. x rosea* y *P. antioquiensis* (Figura 2).



Fotos: Gerhard Fischer

**Figura 2.** Flores de la *P. antioquiensis* (izquierda) y *P. cumbalensis* (derecha).

En la empresa DisFruta Las Feijoas, cerca de Bogotá, se seleccionaron para la región cundiboyacense los cultivares de curuba, Ruizquín 1 y 2 con alta producción y calibre del fruto, pero con susceptibilidad a antracnosis en temporadas de lluvia (Campos y Quintero, 2012). Los mismos autores mencionan un cultivar interespecífico 'Momix', entre *P. mollissima* y *P. mixta* (Figura 1), obtenido por Over Quintero, con buena producción y mayor tolerancia a antracnosis, más dulces y aptos para consumo en fresco.

## Establecimiento y manejo del cultivo

La propagación de la curuba es principalmente por semillas; usando semillas de la parte central de frutos maduros, bien formados y libre de plagas y enfermedades. Las semillas se pueden almacenar hasta seis meses o sembrarlas de inmediato en un semillero en un sustrato compuesto por tierra, cascarilla de arroz y material orgánica, en una relación 3:2:1 (Campos y Quintero, 2012). Después de 3-4 semanas se pueden



transplantar en bolsas y cuando tengan un altura de 25-30 cm se siembran en campo (Campos, 2001).

La propagación asexual por estacas es menos común pero mantiene las características de las plantas madres, se toman de plantas que ya han producido ramas ligeramente lignificadas. Son estacas de unos 30 cm de longitud para asegurar el enraizamiento aplicando 2.000-3.000 ppm de ácido indol butírico (Campos y Quintero, 2012). También se han injertado las curubas sobre *Passiflora manicata* usando injertos tipo hendidura (Campos, 1993) o por yema (tipo T o chip), injertando *P. tripartita* var. *mollissima* sobre *P. antioquiensis* (Figura 3).

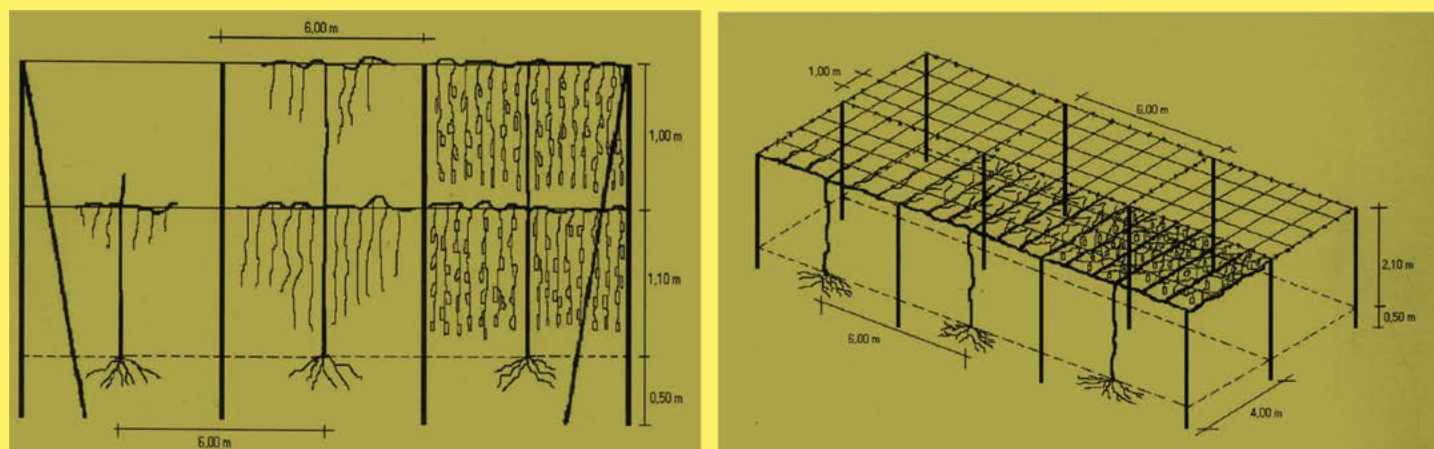


Fotos: Omar Camilo Quintero.

**Figura 3.** Prendimiento de injerto en curuba (izquierda) y *P. tripartita* var. *mollissima* injertada sobre *P. antioquiensis*.

Siendo la curuba una planta trepadora, en el establecimiento de la plantación, la instalación de un sistema de turado es indispensable, y los tipos más usados son por espaldera o en emparrado, teniendo en cuenta la topografía y el clima de la zona.

El sistema más utilizado que sirve para terrenos inclinados es el de espaldera vertical, colocando postes (2,60 m de largo y enterrándolos 50 cm) cada 4 a 6 m entre plantas y 2 a 4 m entre surcos. Las plantas se siembran en el centro entre los dos postes en el surco y se despuntan cuando llegan a los 2,00-2,10 m de altura. Las dos ramas inducidas se enredan sobre el alambre superior, también, en la mayoría de los casos, se amarran dos ramas laterales a una altura de 1,00-1,10 m de altura (Figura 4, izquierda) (Campos y Quintero, 2012). En comparación con los dos sistemas, que se describen a continuación, en el de espaldera pueden presentarse rayaduras en la cáscara de los frutos (Quintero, 2009) (Figura 5, izquierda).



**Figura 4.** Sistemas de espaldera en el cultivo de curuba (vertical, arriba y emparrado, abajo), según Campos (2001).

En el sistema de emparrado (Figura 4, derecha) que sirve más para terrenos planos y zonas más secas, los postes (2,60 m de largo y enterrándolos 50 cm) se ponen a 4x4 m, 6x6 m o 4x6 m, y en medio de los postes se siembran las plantas (Quintero, 2009). Los alambres más gruesos (galvanizado de No. 12) se ponen en la parte más alta en forma de cuadrado o rectángulo y después los alambres más delgados (No. 14) se colocan a una distancia de 50-100 cm (Campos, 2001). Colocando las ramas laterales y reproductivas sobre esta malla de alambres se forma después el emparrado con la ventaja que los frutos pendulan y hay menos roce entre ellos comparado con el sistema de espaldera vertical.

El sistema de mediagua (o mantel) (Figura 5) - con una inclinación de unos 45° - se empleó en Colombia en zonas con menos horas de luz directa en el día; por ejemplo, en zonas de neblina. Es un sistema, que además reduce la incidencias de antracnosis y facilita prácticas culturales, especialmente la polinización inducida (Ángulo y Fischer, 1999). En este caso el mantel de las hojas debe ser establecido hacia el oriente donde hay mejor aprovechamiento de la luz en las horas de la mañana. En frente de la línea de postes (colocados cada 4-6 m), en una distancia de 2 m se ponen postes de 80 cm, enterrados 30 cm en el suelo (Campos y Quintero, 2012). Sobre este sistema de postes se colocan los alambres en forma de una malla, parecido al sistema de emparrado, con una inclinación de 45°, sobre la cual quedan situadas hojas y frutos que cuelgan por debajo.

En el caso de la poda es importante para el sistema de espaldera, dejar en el tallo principal solamente las dos ramas laterales en el primer alambre (a 1,1 m) y segundo alambre (a 2,1 m); el resto de las ramas laterales se eliminan. Estas dos (a cuatro) ramas laterales, vigorosas, se despuntan a la medida que llegan las ramas de la siguiente planta (de 2 a 3 m). Este despunte también estimula la formación de ramas secundarias que

son las de la producción de flores y frutos que se forman en cada nudo de estas. Las que vienen del primer brazo se cortan por encima del suelo y las que vienen del segundo brazo por encima del primer alambre. En estas ramas productoras (secundarias), según Campos y Quintero (2012), se deja solamente una rama lateral en la base, con el objeto de reemplazar la rama que ya dio frutos, con una nueva rama productora. Se elimina otros rebrotes que se emiten lateralmente en ella.



Fotos: Gerhard Fischer (izquierda) y Omar Camilo Quintero (derecha)

**Figura 5.** Producción de curuba en el sistema de mediagua.

Para los sistemas de emparrado y mediagua el tallo principal se despunta a 2,1 m y se eliminan todas las ramas laterales inferiores. En el sistema de mediagua se cortan las ramas cuando llega al alambre inferior. Las ramas terciarias se eliminan, excepto las ramas de la base, que van a generar el siguiente ciclo productivo.

Para la fertilización de los cultivos de curuba es importante realizar un análisis del suelo que permite detectar deficiencias de nutricionales. En la fase de producción la planta es exigente en fósforo y potasio, y en la floración en magnesio. Además, se recomienda un análisis foliar si presentan deficiencias foliares. El boro y el calcio son importantes para evitar desórdenes fisiológicos del fruto como la denominada “risa de la bruja” cuando se raja la corteza. Una sobrefertilización con nitrógeno puede llevar a un extensivo crecimiento vegetativo de la planta. Niveles deficientes de nitrógeno, potasio y magnesio disminuyen la producción de materia seca (MS) en planta y el número de hojas y así el área foliar; mientras que a niveles supraóptimos de estos nutrientes se reporta que solamente el N causa mayor ganancia de MS en planta (Lizarazo *et al.*, 2013).

En sitios que tienen menores precipitaciones, entre 1.000-1.500 mm anuales, una instalación de riego por goteo es aconsejable. El riego garantiza una distribución uni-



forme durante el año, muy importante en los cultivos de pasifloras que presentan un hábito de crecimiento indeterminado.

Debido a las dificultades en la autofecundación de la curuba, la instalación de colmenas de abejas es importante para fomentar la polinización. Para el caso del cultivar Momix, Quintero (2009) recomienda la desvestida y la emasculación de las flores, después de la polinización. Las flores de curuba polinizadas se cierran y comienzan a descomponerse sobre el fruto. Debajo de la corola y los sépalos se forma un microclima ideal para insectos (trips), ácaros y otros patógenos que se puede evitar con la desvestida garantizando frutos de alta calidad para la exportación (Figura 6). Además, se puede usar polen de otra variedad para la polinización artificial de una flor desvestida (Ángulo y Fischer, 1999).



Fotos: Gerhard Fischer (izquierda) y Omar Camilo Quintero (derecha)

**Figura 6.** Desarrollo de frutos sanos después de la desvestida de la flor.

## Principales enfermedades e insectos-plagas

La curuba como las demás plantas pasifloráceas es susceptible a varias enfermedades y plagas. Para su prevención y control exigen un manejo muy estricto en vivero y cultivo. Es importante la detección y reconocimiento de enfermedades y plagas en estados muy tempranos para evitar daños severos. El manejo integrado, incluyendo el control a través del manejo cultural, biológico, genético y químico es fundamental, igualmente como la introducción de un programa de manejo integrado de plagas (Machado *et al.*, 2015).



De las enfermedades, las que tienen importancia económica, son principalmente, según Campos y Quintero (2012), (1) la antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc (Deuteromycetes - Melanconiales)] que ataca la epidermis del fruto (manchas de color café-oscuro, ligeramente hendidas), (2) el moho gris [*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. (Deuteromycetes - Moniliales)] con manchas de color gris-pardo en los pétalos y (3) la marchitez vascular o secadera (*Fusarium oxysporum* Schlecht (Deuteromycetes - Moniliales). Otras enfermedades observadas que se presentan en la curuba y que difieren según la zona de cultivo, son la mancha de aceite (bacteriosis), la mancha negra del fruto (alternaria), la fumagina y el mildero (Figura 7, izquierda).

De los nemátodos que atacan la raíz de la curuba se reporta *Meloidogyne* sp. (Tylenchida - Heteroderidae) (Castaño-Zapata, 2009). Además las plantas pasifloráceas, en general, son atacadas por un gran número de virus, de los cuales 22 diferentes mencionan Rodríguez *et al.*, (2016).

Para el caso de los insectos-plagas, las de importancia económica son (1) el barrenador del curubo [*Heterachthes* sp. (Coleoptera - Cerambycidae)], cuya larva penetra el tallo y las ramas, (2) el barrenador de la flor [*Syllepsis* sp. (Lepidoptera - Pyralide)] que barrena el botón floral, la flor y los frutos, (3) la mosca negra del fruto [*Dasiops curubae* Staikel (Diptera - Lonchaeidae)] que igualmente ataca los botones florales, flores y frutos, (4) el esqueletizador del curubo [*Dione juno* L. (Lepidoptera - Heliconidae)] en la que larva esqueletiza las hojas (Campos y Quintero, 2012), y también ácaros (Figura 7, derecha).

Entre los daños físicos se observan principalmente raspaduras por el roce entre frutos o el alambre y de orden fisiológico el rajado del fruto (Figura 8).



Fotos: Gerhard Fischer

**Figura 7.** Síntomas de mildero en el envés de la hoja (izquierda) y ácaros en el fruto de curuba (derecha).



Fotos: Gerhard Fischer



**Figura 8.** Daños por roce entre frutos o el alambre (izquierda) y rajado del fruto (“Risa de la bruja”) por alto contenido de agua o deficiencia de calcio y/o boro (derecha).

## Cosecha y poscosecha

Los frutos de curuba tienen un periodo de desarrollo desde el cuajamiento hasta la madurez de recolección de 100 días, con un claro patrón de crecimiento sigmoideal (Hernández y Martínez, 1994).

La curuba es un fruto climatérico y el máximo pico de respiración está acompañado por la disminución de la acidez, aumento de sólidos solubles y moderada variación de pH (Hernández y Fischer, 2009). Tellez *et al.*, (1999) observaron que después de la recolección se da un leve aumento del pH y un moderado incremento de azúcares. La madurez para cosechar la curuba es cuando el color verde de la corteza comienza a aclararse, se ablanda y al abrir la pulpa el arilo tiene un color anaranjado; también cuando al presionar la fruta con la yema de los dedos, la cáscara permite un leve hundimiento y regresa a su estado normal una vez se retira la mano; adicionalmente cuando el ápice peduncular tiene un color verde amarillento que no sobrepasa un cuarto de longitud y el arilo tiene color amarillo ocre el cual cambia a amarillo rojizo (Landwehr y Torres, 1995) (Figura 9).



Foto: Gerhard Fischer

**Figura 9.** Madurez fisiológica en la curuba.

La recolección de la mayoría de las pasifloráceas, incluyendo la curuba, se lleva a cabo en las primeras horas del día, una vez por semana, aunque depende de la demanda que tenga el mercado local o el exportador. Se efectúa de forma manual aplicando presión con los dedos sobre la zona de abscisión en la parte superior del cáliz o utilizando tijeras y guantes, según las exigencias del mercado se cosecha con o sin pedúnculo (Hernández y Fischer, 2009). El recipiente de cosecha en campo no debe sobrepasar los 10 kg de capacidad (Landwehr y Torres, 1995).

Frutos de curuba lavados y desinfectados (p.e. con Tiabendazol u otro fungicida) se pueden almacenar a una temperatura de 6-7 °C con una humedad relativa del 90%, por un periodo no mayor a 30 días (Villamizar y Ospina, 1995). Investigaciones demostraron que la temperatura crítica de almacenamiento es de 10°C, condición en la cual el fruto alcanza 20 días de conservación, sin deterioro de sus cualidades organolépticas, retrasando el cambio de coloración y la disminución de la acidez, mientras el contenido de azúcares aumenta (Téllez *et al.*, 1999).

Para aumentar la vida útil y hacer resaltar el brillo natural, Téllez *et al.*, (2007) enceraron frutos de curuba 'Ruizquin 1' y 'Ruizquin 2' con la cera comercial Primafresh de Johnson (basada en aceite vegetal con mezcla de ésteres ácidos grasos y sacarosa), lo que aumentó en un 50% la vida útil de los frutos y una disminución de la respiración con un atraso del pico climatérico. Además estos frutos encerados mantuvieron un peso fresco y consistencia mayor que aquellos no encerados y los efectos fueron más acentuados en los frutos encerados a 8°C, comparados con los a 20°C (Téllez *et al.*, 2007).

La selección de los frutos de curuba depende del destino; para mercados exigentes deben ser sanas, especialmente libres de antracnosis y botrytis, la piel brillante, sin



cicatrices, raspaduras, heridas o aberturas; su longitud promedio debe oscilar entre 9 y 10 cm. Si los frutos de curuba van dirigidas a largas distancias, la madurez será de un cuarto a un medio pintón. Para la exportación el producto debe estar empaquetado en envases rígidos de cartón corrugado, madera o la combinación de ellos con dimensiones externas de 40 x 30 cm o 50 x 30 cm. Para el mercado local se usan cajas plásticas de capacidad no superior a 10 kg.

## Comercialización y valor agregado

Campos y Quintero (2012) reportan que la mayoría de la curuba nacional se vende en centros mayoristas, pues la calidad, en muchos casos, no es suficiente para los mercados internacionales. Se han exportado pequeñas cantidades a Holanda y Alemania. Según estos autores, solamente el 30% de la curuba que se comercializa en las plazas mayoristas se puede vender a los almacenes de grandes superficies (Figura 10) porque las exigencias de estas cadenas, en referencia a la calidad, son muy grandes.



Foto: Claudia Patricia Tellez

**Figura 10.** Curubas en estantes de supermercado para comercializar a granel y en bandeja.



La clasificación de las curubas para el mercado nacional se realiza teniendo en cuenta su tamaño. Primera categoría: >100 mm de longitud y 45 mm de ancho, peso de unos 100 g; segunda categoría: longitud entre 80 y 110 mm, 38 a 45 mm de ancho, peso de unos 70 g; tercera categoría que incluye los frutos más pequeños que presentan defectos superiores en la corteza por lo cual son usadas en la industria (Campos y Quintero, 2012).

En un estudio con gulupa, curuba, aguacate, uchuva, tomate de árbol y lulo se encontró que la pulpa de curuba presentó mayor actividad antioxidante y el más alto contenido de vitamina C (Moreno, 2014). A nivel farmacéutico las hojas del fruto de curuba pueden emplearse para preparación de ansiolíticos en forma de aromáticas u otras formulaciones (Moreno, 2014).

Aparte del uso como fruto fresca, se pueden usar como insumo de procesos agroindustriales como pulpas, concentrados, dulces, mermeladas y ensalada de fruta (Figura 11). La curuba "se consume como fruta fresca, o en jugos, batidos, postres y helados, contiene calorías, proteínas, calcio, fósforo, hierro, grasa, carbohidratos, fibra, vitaminas A, y C, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. La curuba cura úlceras, gastritis y coadyuda en el tratamiento de hernias diaetales y reflujo por ser un tonificante muscular" (Tamayo *et al.*, 1999). Sin embargo, debido al bajo rendimiento de la pulpa (< 50%) y poco consumo de fruta despulpada, los precios de la curuba industrial todavía son muy bajos (Campos y Quintero, 2012).



Foto: Claudia Patricia Tellez

**Figura 11.** Preparaciones de realizadas con curuba (mousse, jugo, helado, esponjado) como posibilidades de su consumo y valor agregado.

## Bibliografía citada

AGRONET. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. **Análisis – Estadísticas, Curuba**. Disponible em: <http://www.agronet.gov.co>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ANGULO, R.; FISCHER, G. Los frutales de clima frío en Colombia. **Ventana al Campo Andino**, v. 2, n. 2, p. 24-28, 1999.

BERNAL, J.; DÍAZ, C.A. **Tecnología para el cultivo de la Curuba**. Rionero, Antioquia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2005.

CAMPOS, T. **La curuba**. Su cultivo. Bogotá: IICA, 2001.

CAMPOS, T. Injertación de *Passiflora mollissima* (H.B.K) Bailey sobre *Passiflora manicata* (Juss.) Pers.: Estudios preliminares. **Agricultura Tropical**, v. 30, n. 1, p. 15-18, 1993.

CAMPOS, T.; QUINTERO, O.C. Curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*). In: FISCHER, G. **Manual para el cultivo de frutales en el trópico**. Bogotá: Produmedios, 2012. p. 421-442.

CASTAÑO-ZAPATA, J. Enfermedades importantes de las pasifloráceas en Colombia. In: **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 223-244.

DHAWAN, K.; DHAWAN, S.; SHARMA, A. Passiflora: a review update. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, n. 1, p. 1-23, 2004.

ESCOBAR, L. **Passifloraceae monografía**. n. 10. Flora de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1988. 138 p.

FISCHER, G.; CASIERRA-POSADA, F.; PIEDRAHITA, W. Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia. In: **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 45-68.

HERNÁNDEZ, M.; FISCHER, G. Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas. In: **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 267-282.

HERNÁNDEZ, M.S.; MARTÍNEZ, O. Crecimiento y desarrollo del fruto de curuba de castilla. **Agricultura Tropical**, v. 31, n. 3, p. 61-68, 1994.

LANDWEHR T.; TORRES F. **Manejo poscosecha de frutas**. Tunja, Colombia: Instituto Universitario Juan de Castellanos, 1995. p. 48; 93-94; 207-211.

LIZARAZO, M.A. *et al.*, Response of the banana passion fruit (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) to different levels of nitrogen, potassium and magnesium. **Agronomía Colombiana**, v. 31, n. 2, p. 7-17, 2013.

MACHADO, C. F. *et al.*, **Guia de Identificação e controle de doenças, insetos, ácaros e nematoides na cultura do maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 46 p.

MAYORGA, M.; FISCHER, G.; MELGAREJO, L.M.; PARRA-CORONADO, A. Growth, development and quality of *Passiflora tripartita* var. *mollissima* fruits under two environmental tropical conditions. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 93, n. 1, p. 66-75, 2020.

MORENO, E. **Análisis nutricional y estudio de la actividad antioxidante de algunas frutas tropicales cultivadas en Colombia**. 2014. Tesis (Maestría) – Bogotá, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2014.

OCAMPO, J.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; MORALES, G. Genetic resources of Colombian *Tacsonias* (*Passiflora* supersection *Tacsonia*): A biological treasure still to discover, use and conserve. **Passiflora Online Journal**, v. 10, p. 24-53, 2017.

PAULL, R. E.; DUARTE, O. **Tropical fruits**. v. 2. 2. ed. Wallingford, UK: CABI, 2012. p. 161-190.

QUINTERO, O.C. Manejo integrado del cultivo de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*). In: **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 191-209.

RODRÍGUEZ, M. H. *et al.*, Certificación de material vegetal sano en Colombia: un análisis crítico de oportunidades y retos para controlar enfermedades ocasionadas por virus. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 10, n. 1, p. 164-175, 2016.

SIMIRGIOTIS, M. J.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G., BÓRQUEZ, J., KENNELLY, E. J. The *Passiflora tripartita* (Banana passion fruit): A Source of bioactive flavonoid C-glycosides isolated by HSCCC and characterized by HPLC–DAD–ESI/MS/MS. **Molecules** v. 18, n. 2, p. 1672-1692, 2013.

TAMAYO, A. *et al.*, **Frutales de Clima frío y moderado**. Cartilla divulgativa. Rionegro, Antioquia: Corpoica, Centro de Investigación “La Selva”, 1999. p.6.

TÉLLEZ, C.P.; FISCHER, G.; QUINTERO, O. Comportamiento fisiológico y físico-químico en la poscosecha de Curuba de Castilla (*Passiflora mollissima* H.B.K. Bailey) conservada en refrigeración y temperatura ambiente. **Agronomía Colombiana** v. 16, n. 1/3, p. 13-18, 1999.

TÉLLEZ, C.P.; FISCHER, G.; QUINTERO, O. Comportamiento fisiológico y físico-químico de frutos de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) encerados y almacenados a dos temperaturas. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 1, n. 1, p. 67-80, 2007.

VILLAMIZAR F.; OSPINA J. **Frutas y hortalizas - Manejo tecnológico poscosecha**. Bogotá: Publicaciones SENA - Universidad Nacional de Colombia, 1995. 80 p.







Foto: Adalberto Rodríguez Carlosama

## ***CAPÍTULO 6***

### ***Cholupa: Passiflora maliformis L.***

Adalberto Rodríguez Carlosama  
John Ocampo Pérez  
Oscar David Rodríguez  
Andrés Puentes Capera  
Marisol Parra Morera





## Importancia económica y social

La Cholupa (*Passiflora maliformis* L) también conocida como granadilla de hueso o granadilla de piedra, caracterizada como exótica y promisoría, hace parte del género más diverso de la familia Pasifloraceae, que existe en Colombia. Originaria del norte de Ecuador, Colombia, Venezuela y las Antillas, e introducida a Europa como planta ornamental en jardines botánicos. En Brasil, Perú, Uganda e Islas del pacífico tropical esta planta ha sido adoptada en huertos caseros (Ulmer y Macdougall, 2004). La especie se ha adaptado muy bien en las montañas de los Andes tropicales, donde puede crecer hasta los 2.200 m.s.n.m. en forma silvestre (Ocampo *et al.*, 2007). Sin embargo en Colombia a nivel comercial, esta especie se encuentra en zonas bajas por debajo de los 1.000 m.s.n.m. en el piedemonte y valles interandinos (Ocampo *et al.*, 2015).

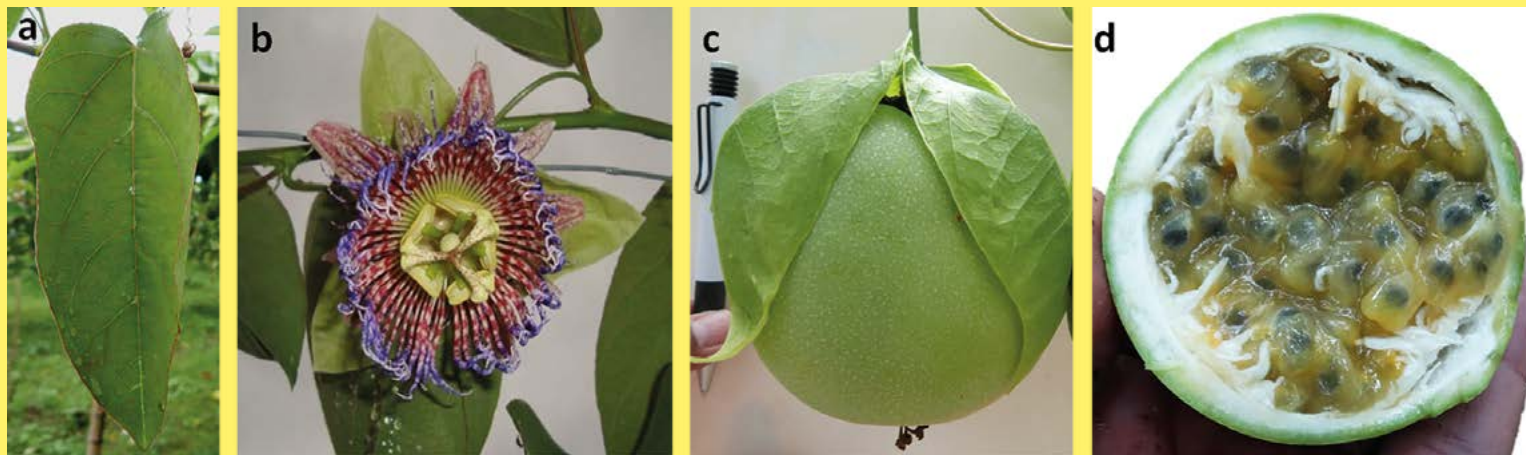
Esta fruta orgullo del departamento del Huila (Colombia), única región donde se cultiva a nivel comercial, se caracteriza por su aroma persistente y su sabor agridulce. Sus usos son diversos, desde su principal presentación en los mercados regionales en el departamento del Huila como fruta fresca, hasta en bebidas como jugo simple o concentrado, pulpa liofilizada, elaboración de postres y helados. Su penetrante aroma y su riqueza en vitamina C y minerales, le permitirá ser utilizada como complemento de productos multivitamínicos y en la generación de nuevos sabores en la industria de jugos y bebidas especialmente en los países desarrollados (Ocampo *et al.*, 2015). Las hojas contienen compuestos con principios farmacéuticos de uso local para tratar la gastritis, eliminar la bilis, antivómito y acelerar la dilatación en el trabajo de parto (Carvajal *et al.*, 2014). Los altos contenidos de aceites (28,3%) en la semilla pueden ser empleados en la industria de alimentos, para la alta cocina y en la cosmetología. La belleza de su flor y su fragancia le permite un lugar privilegiado como planta ornamental o para la elaboración de perfumes (Ocampo *et al.*, 2015).

Esta especie es autóctona del departamento del Huila en el sur de Colombia (2°59'55"N 75°18'16"O) y es cultivada especialmente por pequeños agricultores principalmente en los municipios de Rivera, Campoalegre y Gigante, donde en los últimos 5 años se reportaron áreas sembradas entre las 150 y 200 hectáreas en total, con rendimientos superiores las 15 toneladas/hectárea/año. En la actualidad este frutal empieza a generar interés pues es el único con protección de denominación de origen en el país (Secretaría de Industria y Comercio mediante Resolución No. 43536 de 2007), lo cual es de gran importancia, ya que genera un valor agregado y en consecuencia una ventaja competitiva a nivel comercial, ganando un mejor precio y un reconocimiento que facilita el acceso mercados nacionales e internacionales.

## Características morfológicas

El sistema radical de la cholupa es fasciculado, fibroso y ramificado, conformado por un grupo de raíces secundarias poco profundas (30-40 cm), la cuales provienen de una raíz primaria de escaso crecimiento. La planta es una liana trapadora semi-pe-

renne, con un tallo cilíndrico, glabro o finamente pubescente de color verde, estriado, herbáceo y leñoso hacia la base con hasta 12 cm de diámetro. Las ramas pueden alcanzar hasta 30 m de longitud, con nudos y entrenudos de los cuales se origina una yema floral, dos estipulas lineares subuladas (anaranjadas), una hoja y un zarcillo que le sirven a la planta para adherirse a su soporte. Las hojas son lanceolada u oblango-lanceolada (9,5 a 18 cm x 4 a 14 cm) de un solo lóbulo, aristada en el ápice, sub-acorazonada en la base, ligeramente aserrada, glabra o pubescente en el envés y de color verde. Las hojas se insertan en el tallo mediante el peciolo de 2,3 a 8,5 cm de longitud con dos glándulas subsésiles (eventualmente dos pares) ubicadas por debajo de la mitad. El pedúnculo puede medir de 3 a 9.5 cm de longitud y en su ápice se localizan tres brácteas (capuchón) verdes que se asemejan a las hojas con 5 a 8 cm de longitud y 2,5 a 5 cm de ancho, que le sirven de protección a la flor y el fruto en sus estados de desarrollo. La flor es generalmente solitaria o raramente en pares, pendular, pentámera, hermafrodita, vistosa y de aroma agradable, con una longitud de 4,5 a 6,5 cm y un ancho de 4 a 5 cm. El fruto es una baya de forma esférica u ovoide de 40 a 97 mm de longitud por 42 a 86 mm de diámetro, con una cáscara (pericarpio) de color verde y consistencia extremadamente dura, lisa y cerosa de unos 3 a 4 mm de espesor y con un mesocarpio de color blanco. Presenta en su interior un promedio de 135 a 243 semillas recubiertas por un mucílago (arilo) que varía de color (amarillo, anaranjado o carmelita). Su peso promedio puede oscilar entre los 80 a 120 g y un contenido de sólidos solubles totales entre 12 y 18°Brix (Ocampo et al., 2015).



Fotos: Adalberto Rodríguez y John Ocampo

**Figura 1.** hojas, flores y frutos de *Passiflora maliformis* L.



## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

El cultivo de cholupa se desarrolla muy bien en rangos altitudinales entre los 500 y 1.300 msnm bajo las condiciones del trópico. En Colombia se han establecido principalmente en el pie de montaña de la cordillera Oriental (lado occidental) en el departamento del Huila en zonas con bajas pendientes. Requiere de una temperatura entre los 22 a 26°C, ya que se ha observado que fuera de este rango el crecimiento vegetativo puede ser más lento o acelerado ocasionando un desarrollo anormal del cultivo (Ocampo et al. 2015). Así mismo una humedad relativa (HR) o del ambiente entre el 60 al 70% donde se favorece la polinización y fecundación efectiva, ya que los estigmas pueden permanecer viscosos e hidratados. Sin embargo, concentraciones muy altas de HR ocasionan susceptibilidad al ataque de enfermedades, y por el contrario una HR baja produce deshidratación del polen y del líquido estigmático, reduciendo el proceso de fecundación y el aborto de las flores.

Los requerimientos hídricos de la cholupa se estiman entre 1.200 y 1.450 mm anuales bien distribuidos durante todo el año. Periodos muy lluviosos durante la floración no favorecen la producción, ya que la actividad de los polinizadores disminuye considerablemente y los granos de polen se afectan por el exceso de humedad. En regiones con mala distribución de lluvias, implica establecer sistemas de riego y/o drenaje en el cultivo que asegure el buen desarrollo.

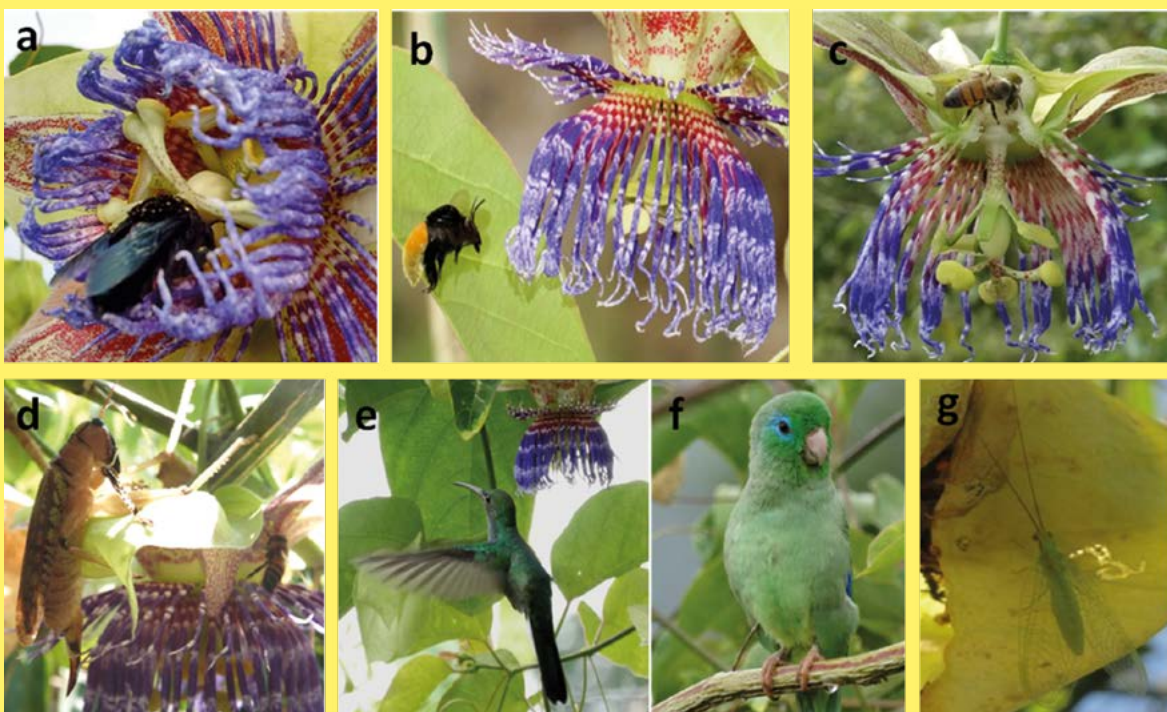
La luz es la fuente de energía para la producción de carbohidratos o azúcares por medio de la fotosíntesis. La planta de cholupa necesita entre 2.920 y 4.015 horas anuales (8 a 11 horas/día) para obtener un fruto con la calidad óptima, en cuanto a sabor y aroma. En regiones con mucha nubosidad se reduce la acción de la fotosíntesis ocasionando un retraso y desuniformidad en el proceso de maduración del fruto, reduciendo el contenido de Sólidos Solubles Totales o azúcares (°Brix) y demeritando la calidad del jugo.

En zonas de vientos fuertes y constantes dificultan la presencia de insectos polinizadores y daños en las estructuras florales ocasionando la deshidratación y pérdida del polen. Además, pueden causar daños y caída de los sistemas de conducción o tutorado del cultivo.

Así mismo, requiere suelos con textura liviana, de franco arenosa a franco arcilloso, buen drenaje, profundidad efectiva de  $\geq 30$  cm, contenido de materia orgánica (mayor al 3%) y minerales. El pH puede oscilar en 5 a 6,5 con un óptimo de 6,0 para un buen desarrollo de la planta. La pendiente de los suelos debe ser moderada ( $\leq 30\%$ ) que faciliten las labores culturales y una buena evacuación del agua (Ocampo et al., 2015).

Los agroecosistemas hacen parte de la biodiversidad y deben tener en cuenta el uso sustentable de los recursos naturales (suelo, agua, aire, etc.) y en especial la interacción que estos puedan tener con otros organismos. Así mismo, el cultivo de la cholupa

como otras pasifloras cultivadas son un refugio de múltiples organismos, dentro de los cuales se encuentra las aves (loros, colibríes, etc.), insectos polinizadores (abejorros, abejas etc.) y los controladores biológicos (crisopas, avispas etc.). En las aves se destacan los colibríes, los cuales se alimentan del néctar de las flores y a su vez construyen sus nidos en el sistema de tutorado. La interacción entre estos organismos contribuye a la conservación de la biodiversidad en las zonas donde están establecidos los cultivos. Sin embargo, la presencia de ellos depende del manejo agronómico del cultivo y en especial con las aplicaciones racionales de los agroquímicos y la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas (Ocampo y Wyckhuys, 2012).



Fotos: Adalberto Rodríguez y John Ocampo

**Figura 2.** polinizadores de *Passiflora maliformis* L. a) abejorro del género *Xylocopa*, b) polinizador *Eulaema* sp, c) polinizador *Aphis mellifera*. Visitantes d) saltamontes, e) colibrí, f) loros y controlador biológico g) *Crisopa* sp.

## Variedades y cultivares disponibles

Los primeros reportes de cultivos comerciales de la cholupa se iniciaron en el municipio de Tello (Huila) a inicios de 1980 a partir de plantas silvestres encontradas en la zona y adaptadas a las condiciones ambientales. Posteriormente, los cultivos se extendieron a los municipios vecinos de Rivera y Campolegre, donde los productores han desarrollado la mayor tecnología para el cultivo de la cholupa a partir de las experiencias adoptadas del cultivo del maracuyá y contribuyendo de esta manera en los

procesos de domesticación de la especie. Sin embargo, aún no hay reportes de variedades mejoradas y los agricultores obtienen las semillas de los mejores frutos seleccionados de cada cosecha en función de sus observaciones de un ideotipo impuesto por el mercado local o de plántulas provenientes de viveros comerciales sin alguna garantía de calidad genética. Este proceso de selección no ha sido sistemático y sumado la polinización cruzada en los cultivos se encuentra una alta variabilidad en formas, tamaños y colores del fruto (figuras 3), lo cual impone a los productores una selección exhaustiva de los mejores frutos para el mercado.



Fotos: Adalberto Rodríguez

**Figura 3.** variabilidad en formas, tamaños y colores del fruto de *Pasiflora maliformis* L.

La cholupa es una de las 40 especies de la Supersección (serie *Tiliifolia*), las cuales comparten el mismo número de cromosomas ( $2n= 18$ ) y pueden ser consideradas como acervos genéticos (especies relacionadas) para el desarrollo de nuevos cultivares, que involucre la hibridación convencional, el uso como portainjertos o las herramientas biotecnológicas. Entre estos parientes silvestres se destacan especies con fruto comestible como: *P. tiliifolia*, *P. multifomis*, *P. serrulata*, *P. palenquensis*, *P. ligularis*, *P. fieldiana*, *P. magnifica*, *P. seemannii*, *P. triloba*, *P. platyloba*, *P. popenovii*, *P. nitida*, *P. ambigua* y *P. laurifolia*, las cuales deben ser tenidas en cuenta en programas de fitomejoramiento por poseer genes de interés que pueden ser transferidos a la cholupa para el mejoramiento del cultivo. Adicionalmente, la cholupa posee gran potencial como portainjertos, ya que posee tolerancia a *fusarium* sp. o secadera (Lozano et al., 2008), la cual es la principal enfermedad que ataca la mayoría de las pasifloras cultivadas.

## Establecimiento del cultivo y principales prácticas de manejo cultural

Por ser una liana, el cultivo de cholupa requiere de un sistema de soporte para su sostenimiento. Por esta razón los agricultores han adoptado diferentes tipos de tu-



torado donde el más utilizado es el emparrado, seguido de la espaldera sencilla (figuras 4). Así mismo se ha definido distancias de siembra que van desde 4 x 4 metros a 3 x 3 metros con densidades de plantas entre 625 a 1.100 plantas/ha.



Fotos: Adalberto Rodríguez y John Ocampo

**Figura 4.** sistemas de conducción del cultivo de cholupa *Passiflora maliformis* L en espaldera a) y en emparrado o pasera b).

Como el cultivo de cholupa presenta superposiciones de fases fenológicas, esto quiere decir, producción continua de flores, frutos y estructura vegetativas como nuevas ramas, es muy importante un suministro adecuado de nutrientes. Este debe partir de un cuidadoso estudio de suelos con el cual se debe planear un plan de fertilización periódico tanto al suelo como a nivel foliar. Así mismo el cultivo tiene una buena respuesta a los aportes de materia orgánica la cual debe estar bien compostada y libre de patógenos como nemátodos.

El ciclo de vida del cultivo de cholupa puede llegar hasta 4 o 5 años, siendo importante un adecuado manejo de la arquitectura de las plantas a través de las podas. Para esto se inicia con podas de formación que consisten en eliminar los brotes laterales, dejando un solo eje principal. Una vez la planta alcance una altura de 1,8 m y haya superado la altura del alambre, se hace un despunte para interrumpir su crecimiento y estimular la brotación de las ramas secundarias y terciarias que serán las ramas productivas. Así mismo, después de cada cosecha se eliminan ramas que ya produjeron frutos, improductivas y/o enfermas con la finalidad de estimular la emisión de nuevas ramas y preparar la planta para una nueva cosecha. Esta práctica es indispensable para lograr un buen desarrollo, altas producciones, buena ventilación y además facilita el manejo de problemas fitosanitarios en el cultivo.





**Figura 5.** Formación de la planta de cholupa mediante podas, donde se evidencia la rama primaria o tallo principal y las ramas secundarias y terciarias.

Es necesario disponer de un sistema de riego en zonas donde existe una mala distribución de las lluvias, ya que el déficit o excesos de hídricos pueden causar la caída excesiva de flores y frutos jóvenes. En el cultivo de la cholupa el riego por gravedad es el más empleado, debido a la facilidad de manejo y de la disponibilidad de una fuente hídrica. Esta práctica consiste en liberar agua desde el punto más alto del cultivo para que se vaya desplazando por cada surco y es realizada tres veces por semana durante 30 min para cada riego. Sin embargo se debe tener en cuenta que puede presentarse erosión. Los otros sistemas adaptados en el cultivo son el riego por goteo y micro-aspersión con una frecuencia de tres veces por semana y 30 min por riego (8 lts/planta), los cuales son más eficientes en el uso del agua y a la vez permiten implementar la tecnología del ferti-riego. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre el consumo preciso del agua en la cholupa, ya que los volúmenes de agua aportados en cada riego son calculados empíricamente o extrapolados del cultivo del maracuyá (Ocampo et al., 2015).

La cholupa posee un sistema radical poco profundo y la presencia de arvenses en la zona de plateo pueden competir por agua, nutrientes y luz, particularmente en los estados iniciales de la planta. Además, pueden ser hospederas de insectos plagas, enfermedades y nematodos que afecten el desarrollo del cultivo. En la zona de plateo, el control de arvenses o limpias debe realizarse a mano para evitar heridas en la base del tallo. En las calles del cultivo el control puede hacerse con el uso de machetes, azadones o guadañas, dejando estos residuos de arvenses sobre las calles como coberturas que se pueden incorporar a suelo. Si el control químico es necesario, debe realizarse

utilizando el equipo adecuado, empleando pantallas y en horas de menor presencia de vientos. La aplicación de herbicidas no debe realizarse en plantas jóvenes, ni en época de floración, ya que puede causar fitotoxicidad y caída de la flor (Ocampo et al., 2015).

Las flores de la cholupa abren (anthesis) en las primeras horas de la mañana entre las 6 y 9 a.m. y puede permanecer abierta durante las 12 horas siguientes de su apertura, dependiendo de las condiciones climáticas. Para alcanzar hasta el 92% de polinización efectiva se requiere de agentes polinizadores, debido a que el grano de polen es pesado y pegajoso. Además, las anteras están ubicadas por debajo del estigma y favorecen la polinización cruzada (alogamia). Esta depende principalmente de los insectos visitantes que llegan a las flores atraídos por el color púrpura-violeta, la aroma y el dulce del néctar de las flores. En la cholupa se han reportado cerca de 13 especies de visitantes desatancándose las abejas, avispas, moscas, escarabajos y colibríes (Rodríguez et al., 2015), pero los más importantes como agentes polinizadores son los abejorros negros de los géneros *Xylocopa* sp., *Eulaema* sp., *Centris* sp. y *Epicharis* sp. La abeja (*Apis mellifera* L.) es atraída por el polen y también contribuye a la polinización, pero su eficiencia individual es baja debido a su tamaño respecto a las dimensiones de la flor.

La polinización artificial o manual se puede realizar cuando no existe una buena polinización natural por los insectos y se recomienda hacerlo cuando el porcentaje de cuajamiento (formación de frutos) es inferior al 30%. La polinización manual se realiza pasando los dedos sobre las anteras de varias flores y se lleva a las flores de otras plantas, haciendo un movimiento circulatorio de los dedos sobre el estigma de la flor receptora. Con esta actividad se aumenta el número de óvulos fecundados y por consiguiente se producen más semillas con mayor cantidad de jugo y mayor tamaño de los frutos (Ocampo et al., 2015).

Se recomienda mantener un adecuado estado nutricional del cultivo y suministro hídrico, pues en esta etapa la demanda de nutrientes y agua es fundamental para el cuajado y formación de frutos.

El cultivo de cholupa es una importante fuente de ingresos de pequeños agricultores colombianos bajo un esquema de agricultura familiar. La cholupa es una especie con tolerancia al ataque de *Fusarium* sp, razón por la cual es una alternativa de manejo en zonas donde se cultiva maracuyá y se usa como cultivo de rotación. Así mismo los agricultores la asocian con cultivos de cacao, forestales y algunas hortalizas. Por su rusticidad y buena adaptación algunos agricultores vienen implementando sistemas agroecológicos y orgánicos como estrategia de conservación y aprovechamiento de los recursos presentes en las fincas.

## Principales plagas y enfermedades del cultivo

La cholupa, por su rusticidad y por ser un cultivo de pequeñas familias productoras (1 ha<) no presentaba limitantes del orden fitosanitario, hasta el punto que según los agricultores no requerían hacer control de plagas y enfermedades. Sin embargo, en

la medida que se fue ampliando áreas en la región, actualmente el cultivo presenta diversos tipos de insectos plaga y enfermedades que limitan la producción y/o demeritan la calidad de los frutos. Por tanto, es necesario implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE que incluya todas las técnicas y herramientas de manejo disponibles, ajustadas a las condiciones reales del agricultor (sociales, económicas, ambientales etc.) y de su unidad agropecuaria.

Entre las principales plagas que afectan el cultivo de cholupa se encuentran los ácaros, trips, gusanos defoliadores, mosca del botón floral, cucarro o larva del fruto, picudos o barrenadores de tallo, chizas o mayitos y nematodos. De otra parte las enfermedades reportadas en el cultivo se encuentran la verrugosis o roña, manchas foliares causadas por *alternaria*, antracnosis, pudrición de flores y frutos causada por *Botrytis* sp. (Ocampo, *et al* 2015).

Investigaciones realizadas por el Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia CDT Cepass en las principales zonas productoras de cholupa de la región del Huila permitió la elaboración de un manual del cultivo con la identificación de los problemas fitosanitarios y los agentes causales, así como de las recomendaciones de manejo.



Fotos: John Ocampo y Adalberto Rodríguez

**Figura 6.** Principales plagas que afectan el cultivo de *P. maliformis* en el departamento del Huila, Colombia. Mosca del botón floral *Dasiops* sp (a, b y c), gusano cosechero o *Agraulis* sp (d y e), cucarro (f y g), perforadores de frutos (h - i), Trips (j), Barrenador de tallos o picudo (k), ácaros (l) y nematodos (m).





Fotos: xxxxxxxx

**Figura 7.** principales enfermedades que afectan el cultivo de *P. maliformis* en el departamento del Huila, Colombia. Roña o *Cladosporium* sp (a), pudrición de raíz (b), antracnosis en botón floral y hojas (c y d), alternaria (e), *Botrytis* sp (f), deficiencias nutricionales (g) y abortos de flor (h).



**Figura 8.** portada del libro realizado por el CDT Cepass, 2015. Consolidado de avances tecnológicos en la región productor del Huila realizados por agricultores y validados en investigaciones locales.



## Cosecha y poscosecha

La cholupa comienza a producir los primeros frutos entre los 6 a 7 meses después de la siembra en campo, donde pueden alcanzar su madurez de cosecha. Sin embargo la fruta debe ser recolectada del suelo, pues no se cuenta con parámetros de cosecha en la planta, especialmente porque la fruta no cambia de color, permaneciendo siempre verde. Los frutos son recolectados en canastillas, baldes plásticos o costales y deben estar completamente secos con el fin de evitar pudriciones (Figura 9).

Los frutos cosechados son llevados al sitio de selección, donde son clasificados en categoría I y II, para posteriormente ser empacados en bolsas plásticas de 80 x 30 cm de calibre 3. En cholupa el número de frutos promedio por cada bolsa varía entre 130 a 140 y con un peso de 12 a 13 Kg, dependiendo del tipo de calidad. Es importante recordar que los frutos no deben permanecer demasiado tiempo en el sitio de clasificación, ya que se puede demeritar la calidad por pudriciones. Además, en las épocas de lluvias los frutos recolectados del suelo pueden estar sucios y deben ser lavados antes de empacarse.



FOTOS: xxxxxxx

**Figura 9.** proceso de recolección o cosecha de cholupa y fruta empacada en bolsas de 10 a 12 kg.

## Vías de comercialización y agregación de valor

La cholupa se comercializa principalmente como fruta fresca, siendo la ciudad de Neiva, capital del Huila el principal consumidor. Recientemente la industria la ha incluido dentro de las frutas para procesos agroindustriales con una amplia demanda de los clientes. Sin embargo es necesario mejorar la calidad pues presenta un bajo rendimiento de pulpa (15-25%) lo que la hace una fruta poco eficiente (Ocampo et al., 2015). Su agradable sabor y aroma han permitido la elaboración de Néctares, jugos concentrados, mermeladas, vinos, helados, postres, y una serie de derivados que redundan en un fortalecimiento de este cultivo y en la rentabilidad de las familias productoras.

Fotos: Grupo Illari, restaurante La Casa del Folclor, Naiva Huila.



**Figura 10.** productos procesados a partir de cholupa *P. maliformis*: Jugos, pulpas, ají, gomas, teriyaki postres, tortas, salsas para carnes.



Foto: CDT Cepass

**Figura 11.** Eventos de promoción de frutas en ferias nacionales, EXPOHUILA, 2015.



## Uso de *P. maliformis* como porta-injerto

De acuerdo a lo reportado por Forero et al, (2015) la cholupa presenta unos altos niveles de resistencia/tolerancia a hongos del suelo, como es el caso de *Fusarium oxysporum*, hongo que genera la marchitez vascular o "secadera" en cultivos de granadilla (*P. ligularis* Juss) y gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims). Investigaciones llevadas a cabo por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica, para determinar la resistencia de la cholupa, esta especie presentó tan solo un 3,3% de mortalidad al compararla con maracuyá (*P. edulis* Sims f. *flavicarpa*) que presentó un 30% (Losano et al, 2008). De esta manera, en Colombia a partir del año 2017 a partir de ensayos de agricultores en la región de Cundinamarca en campos afectados por el patógeno, se evaluaron plantas de gulupa y granadilla injertados sobre porta-injerto de cholupa, evidenciando un buen desempeño, logrando una vida útil de las plantas superiores a dos años, alta producción y buena calidad de los frutos.



Fotos: Adalberto Rodríguez C, vivero Biopass 2019

**Figura 12.** Arriba - Producción de plantas injertadas en viveros tecnificados. Abajo – desempeño de los materiales en campos de gulupa afectados por *Fusarium* sp.

A partir de estas primeras experiencias, se viene introduciendo la tecnología en viveros del país quienes están validando los protocolos de propagación y ofertando el material a las principales exportadoras de frutas exóticas y agricultores en general.

Sin embargo, por ser una tecnología reciente, debe ser llevado a cabo estudios de compatibilidad de los materiales, manejo de la nutrición mineral, podas, densidad de las plantaciones y demás labores que garanticen el mayor desempeño de los materiales.

## Bibliografía

CARVAJAL, L. M. *et al.*, Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *Passiflora* (*Passifloraceae*) del departamento del Huila, Colombia. **Caldasia**, v. 36, n. 1, p. 1-15, 2014.

FORERO, R. *et al.*, **Análisis de la resistencia a *Fusarium oxysporum* en plantas de *Passiflora maliformis* L.** Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015.

LOZANO, M. D. *et al.*, **Manual de manejo preventivo de la secadera (*Fusarium* sp) en el cultivo del maracuyá.** Corpoica, 2008.

OCAMPO, J. A.; WYCKHUYS, K. **Tecnología para producción del cultivo de la gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia.** Bogotá, Colombia: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y MADR, 2012. 68 p.

OCAMPO, J.A. *et al.*, **El cultivo de la Cholupa (*Passiflora maliformis* L.):** una alternativa para la fruticultura colombiana. Colombia: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), 2015. 52 p.

OCAMPO, J. A. *et al.*, Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. **Biota Colombiana**, v. 8, n. 1, p. 1-45, 2007.

OCAMPO, J. A.; WYCKHUYS, K. Tecnología para producción del cultivo de la gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia. Bogotá, Colombia: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y MADR, 2012. 68 p.

RODRÍGUEZ, A. *et al.*, **Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia.** Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015. 143 p.

ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. ***Passiflora*:** passionflowers of the word. Portland, Oregon: Timber Press, 2004. 430 p.





Fotos: John Ocampo

## **CAPÍTULO 7**

### **Gulupa: *Passiflora edulis* f. *edulis* Sims**

John Ocampo Pérez  
Adalberto Rodríguez  
Marisol Parra Morera





## Importancia económica y social

La gulupa o purple passion fruit es la segunda especie en importancia económica del género *Passiflora* L., ya que se comercializa como fruta fresca y procesada en todos los continentes (Ocampo y Wyckhuys, 2012). Los usos de la gulupa son diversos, desde su principal presentación en los mercados internacionales y regionales de los países productores como fruta fresca, hasta en variadas formas en la industria de bebidas como jugo simple o concentrado (Coppens d'Eeckenbrugge, 2003). El penetrante aroma y su riqueza en vitaminas y minerales (Tabla 1), le permite ser utilizado como complemento de productos multivitamínicos y en la generación de nuevos sabores en la industria de jugos y bebidas especialmente en los países desarrollados. En la industria de alimentos se hace extracción de aceite de sus semillas para la alta cocina y es también usada en la perfumería, la cosmetología y la belleza de su flor, le permite un lugar privilegiado como planta ornamental (Yockteng et al., 2011).

**Tabla 1.** Rangos de la composición nutricional de la gulupa y el maracuyá (Morton, 1987; Carvajal et al., 2014; USDA, 2009).

Composición	Gulupa	Maracuyá
Agua (g)	74,4-85,6	82,0-88,2
Proteínas (g)	0,30-3,9	0,6-1,2
Calorías (cal.)	51,0-90,0	36-78
Carbohidratos (g)	13,6-21,2	6,2-15
Grasas (g)	0,05-0,70	0,2-0,5
Fibras (g)	0,01-0,04	0,17-0,40
Cenizas (g)	0,30-1,36	1,20-3,70
Calcio (g)	3,6-13,2	3,8-5,0
Fósforo (mg)	12,5-13	18,0-24,6
Hierro (mg)	0,24-1,60	0,3-0,4
Sodio (mg)	19-28	6,0-14,8
Potasio (mg)	200-374	238-278
Vitamina A (IU)	712-717	684-2.329
Riboflavina - B12 (mg)	0,10-0,15	0,1-0,2
Niacina - B3 (mg)	1,46-2,5	2,2-5,5
Vitamina C (mg)	18,0-30,0	18,2-45,0
Vitamina E (mg)	0,05-1,12	0,02-0,05
Sólidos solubles (°Brix)	12,0-17,2	12,0-19,0
Acidez (%)	2,8-3,3	3,0-5,0
pH	2,56-3,59	2,5-9,0

Esta especie es originaria del sur de Brasil, Paraguay y el norte de Argentina, y ha sido introducida en los cinco continentes como planta ornamental y en cultivo comercial. Sin embargo, esta especie crece espontáneamente en los Andes tropicales, donde la planta ha encontrado sus polinizadores naturales. Actualmente, Colombia con

cerca de 1.500 hectáreas y una producción aproximada de 25.000 toneladas es el mayor productor a nivel mundial seguido por Kenia, Suráfrica y Zimbabue. Los rendimientos promedio son muy variables, con 20 a 30 t/ha para el primer año de producción del cultivo (entre los meses 7 y 19).

Por otro lado, su cultivo es relativamente nuevo para Colombia y en los últimos años ha tenido una creciente demanda en los mercados internacionales, ocupando el tercer lugar después del banano (*Musa paradisiaca* L.) y la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en el renglón de las frutas exportadas hacia el mercado europeo. El cultivo de la gulupa se ha constituido en un renglón de importancia económica y social en Colombia por su alta rentabilidad y la generación de empleos rurales, que pueden llegar a 523 jornales/hectárea para un ciclo de tres años. Además, este cultivo se debe ver como una gran alternativa de diversificación agrícola y de estabilidad social que evite el éxodo de los campesinos a las grandes ciudades.

A pesar de la importancia económica de la gulupa, los cultivos están siendo amenazados por diversos problemas fitosanitarios relacionados con bacterias, virus, hongos y moscas que impiden que la producción no alcance sus máximos rendimientos, y además imponen tratamientos químicos que van en contra de medio ambiente y ponen el riesgo la salud de los productores (Ocampo y Wyckhuys, 2012). Esta situación se ve agravada por la falta de asistencia técnica especializada, desarrollo de cultivares y el poco control fitosanitario del material vegetal que oferta los diferentes viveros del país (Rodríguez et al., 2016).

## Características morfológicas

El sistema radical de la gulupa es fasciculado, fibroso y ramificado, conformado por un grupo de raíces secundarias poco profundas (40 - 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 (Sims 1818). Las hojas son glabras, alternas, de color verde, semi coriáceas, con nervaduras pronunciadas y de tres lóbulos (Figura 1a).

La flor es generalmente solitaria, semierecta, pentámera, hermafrodita, vistosa y de aroma agradable, con una longitud de 4.5 a 6.5 cm y un ancho de 4 a 5 cm (Figura 1b). Están provistas de cinco pétalos y cinco sépalos, reflexos, oblongos, de color blanco y verduzcos con márgenes blancos en el envés.

El fruto es una baya de forma esférica u ovoide de 5.2 a 8.0 cm de longitud por 4.7 a 7.2 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). El fruto en estado inmaduro es de color verde pálido y toma una coloración púrpura oscuro cuando está maduro (Figura 1c). El peso del fruto varía entre 46 y 76 g, y presenta en su interior un promedio de 135 a 243 semillas recubiertas por un mucí-



lago o arilo de color amarillo casi anaranjado con agradable aroma. El sabor del jugo es similar al del maracuyá, aunque ligeramente ácido que lo hace más apetecido para el consumo como fruta fresca. de ancho (Figura 2a). La semilla es de forma 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. 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 (Ocampo y Morales, 2012).



Fotos: John Ocampo

**Figura 1.** Principales órganos de la planta de *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. flores (a), hojas (b) y fruto (c).



Fotos: John Ocampo

**Figura 2.** Semillas (a), polinizador *Xylocopa* sp. (b). flor y fruto en diferentes estados de madurez de la gulupa (c).

## Biología reproductiva

La gulupa es una especie diploide con  $2n = 18$  y un tamaño del genoma de 1,258 pg (Yotoko et al., 2011). La flor empieza la antesis a las 3 a.m. en la noche y termina a las 9 a.m. cuando llegan los primeros insectos polinizadores del género *Xylocopa* spp. en búsqueda del néctar (Figura 2b). La especie es auto-fértil en un 28%, y depende de la polinización cruzada para el flujo génico y la productividad que puede llegar hasta el

85% de efectividad en la formación de frutos (Rendón et al., 2013). El tiempo entre flor a fruto esta entre 75 y 85 días y depende de las condiciones ecológicas (Figure 2c) donde son establecidos los cultivos (Ocampo y Posada, 2012).

## Condiciones de clima y suelo para su cultivo comercial

Los cultivos comerciales en Colombia se han establecido principalmente en la región Andina entre los 1.600 y 2.300 m en zonas con pendientes moderadas. El rango óptimo para el establecimiento del cultivo está entre los 1.700 y 2.000 m., ya que fuera de este rango las plantas presentan menos vigor genético, mayor incidencia de plagas enfermedades, y los procesos de polinización y fecundación son menos efectivos (Ocampo y Posada, 2012).

La planta de la gulupa soporta temperaturas entre 10 y 24°C, aunque las condiciones óptimas registradas están entre los 15 y 22°C para el día y de 12 a 14°C en la noche (Pérez y Melgarejo, 2012). En regiones con temperaturas promedio fuera de este rango, el crecimiento vegetativo puede ser más lento o acelerado ocasionando pérdida de vigor y desarrollo del cultivo.

La humedad relativa (HR) debe estar entre 60 y 70%. En este rango de HR se favorece la polinización y fecundación efectiva, ya que los estigmas pueden permanecer viscosos e hidratados. Sin embargo, concentraciones muy altas de HR ocasionan susceptibilidad al ataque de enfermedades, y por el contrario una HR baja produce deshidratación del polen y del líquido estigmático, reduciendo el proceso de fecundación y el aborto de las flores.

Los requerimientos hídricos o de precipitación de la gulupa se estiman entre 1.800 y 2.300 mm anuales bien distribuidos durante todo el año (Jiménez et al., 2009; Ocampo y Posada, 2012). Periodos muy lluviosos durante la floración no favorecen la producción, ya que la actividad de los polinizadores disminuye considerablemente y los granos de polen se afectan por el exceso de humedad.

En zonas de vientos fuertes y constantes dificultan la presencia de insectos polinizadores y daños en las estructuras florales ocasionando la deshidratación y pérdida del polen. Además, pueden causar daños y caída de los sistemas de conducción del cultivo.

La planta de gulupa necesita entre 2.555 y 3.285 horas anuales (7 a 9 horas/día) de radiación solar para obtener un fruto con la calidad óptima, en cuanto a sabor y aroma (Pérez y Melgarejo, 2012). En regiones con mucha nubosidad se reduce la acción de la fotosíntesis ocasionando un retraso y des-uniformidad en el proceso de maduración del fruto, reduciendo el contenido de Sólidos Solubles Totales o azúcares (°Brix) y demeritando la calidad del jugo (Ocampo y Posada, 2012).

La gulupa requiere suelos con textura liviana, de franco arenosa a franco arcilloso, buen drenaje, profundidad efectiva de  $\geq 60$  cm, buen contenido de materia orgánica ( $\geq 5\%$ ) y minerales. El pH puede oscilar en 6 a 7 con un óptimo de 6.5 para un buen desarrollo de la planta (Jiménez et al., 2009).

## Variedades o cultivares disponibles

Las primeras iniciativas para el desarrollo de un cultivo comercial de gulupa se iniciaron en los años 1930's en Australia, Nueva Zelanda, Hawaii y Kenia para abastecer los mercados locales (Greig, 1943). Estos países popularizaron el consumo de la fruta por su agradable sabor y aroma, extendiéndose a otras partes del mundo entre los años 1940's y 1950's en Suráfrica, Zimbabue, Burundi, Costa de Marfil y Uganda (Morton, 1987).

Los trabajos de mejoramiento genético de la especie en su mayoría han sido limitados a una selección masal poco intensa, practicada directamente por los productores en función de sus observaciones de un ideotipo impuesto por el mercado local. Los pocos estudios institucionales realizados en Australia, Nueva Zelanda y Hawaii fueron concentrados en la propagación clonal de híbridos altamente productivos entre la gulupa (f. *edulis*) y el maracuyá (f. *flavicarpa*), ya que en estas regiones las dos formas botánicas de *P. edulis* se pueden hibridar de manera natural (Morton, 1967). Por otro lado, los programas de mejoramiento se han enfocado esencialmente en la calidad del fruto y la búsqueda de resistencia a enfermedades causadas por hongos del suelo (*Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp.), nematodos (*Meloidogyne* sp.) y virosis (*Passionfruit woodiness virus* - PWV) formando híbridos artificiales entre *P. edulis* f. *edulis* × *P. edulis* f. *flavicarpa* (Knight, 1972; Peasley et al., 2006). En Colombia, los estudios de pre-mejoramiento genético han demostrado que los materiales cultivados presentan una alta variabilidad morfológica y genética con poca estructura geográfica entre las accesiones de diferentes orígenes (Ocampo y Urrea, 2012). Esto indica que existe un gran intercambio de semillas entre cultivadores de diferentes zonas en el país y limita la fijación de variedades locales presentes en Colombia (Figura 3a y b). Sin embargo, en los últimos años se ha seleccionado y entregado a los productores un material elite proveniente de polinización controlada denominado 'Rubí Dorado' (Figura 3c y d) con calidad del fruto ( $^{\circ}\text{Brix} > 14,5$  y  $\% \text{ pulpa} > 50$ ), rusticidad a problemas fitosanitarios y alto rendimiento (Ocampo et al., 2017).

A nivel mundial se han desarrollado 19 cultivares comerciales derivados de la gulupa en tres países: Australia, 'Nellie Kelly', 'Australian Purple', 'Norfolk Black' y 'Purple Gold'; Estados Unidos, 'Grafted Black', 'Black Knight', 'Edgehill', 'Kahuna', 'Paul Ecke', 'Purple Giant', 'Perfecta', 'Sevick Selection', 'Waimanalo Selection', 'Crackerjack', 'Bountiful Beauty', 'Nancy Garrison', y 'Rainbow Sweet'; Nueva Zelandia, 'Black Beauty' y 'Bali Hai'. La mayoría de estos cultivares ha desaparecido por la alta presión de enfermedades y han sido remplazados a través del tiempo con líneas derivadas de estos mismos.





Fotos: John Ocampo

**Figura 3.** Variabilidad en formas y tamaños de la gulupa cultivada en Colombia (a y b), selección de gulupa elite 'Rubí Dorado' (c) cultivada en algunas regiones productoras de Colombia (d).

## Establecimiento del cultivo y principales manejo culturales

Las exigencias agroecológicas del cultivo como el clima, el suelo, la topografía y la altitud sobre el nivel del mar son muy variables y de difícil manejo. Si el terreno es mecanizable es conveniente realizar un arado y rastrillado a los primeros 25 cm de profundidad que permita una aireación en el suelo. Por el contrario, se debe preparar con un buen control de arvenses (guadañar o machetear) y posteriormente realizar el trazado, y el ahoyado de 25 cm de lado por 25 cm de profundidad (Ocampo et al., 2012a).

Para el cultivo de la gulupa existen varias alternativas para seleccionar las mejores distancias de siembra, que varían según la región y el manejo técnico que se le dé al cultivo. De acuerdo a las observaciones de campo en las zonas de mayor producción de gulupa, la distancia de siembra más recomendada es de 2.5 m entre surcos x 5 m entre planta y en espaldera sencilla (Jiménez et al., 2009).

Antes de llevar las plantas al sitio definitivo es recomendable proporcionar un medio adecuado, adicionar a cada hoyo 2 kg de materia orgánica bien descompuesta, preferiblemente gallinaza, que permitan un buen desarrollo de la plantación. Las plantas se deben sembrar a la misma profundidad del tamaño de la bolsa, apisonando el suelo y levantado un poco para evitar encharcamiento y pudrición de las raíces o base del tallo (Ocampo et al., 2012a).

La espaldera sencilla es el sistema más usado a nivel nacional en el cultivo de la gulupa, ya que permite una mayor densidad de plantas por hectárea y por su funcionalidad permite intercalarse con otros cultivos en los primeros años de su desarrollo (Figura 4a). Otro sistema de conducción que se ha implementado en zonas con alta precipitación es la espaldera bajo coberturas plásticas en semi-invernadero, las cuales evitan un contacto directo de las lluvias la planta y permiten disminuir el ataque de enfermedades, que afectan principalmente al fruto (Figura 4b).

El sistema en emparrado es otra opción para el cultivo de la gulupa, en el cual se emplean cuatros postes de 2.6 m de largo a una distancia que depende de la densidad de siembra (Figura 4c). Las principales ventajas del emparrado es que el fruto permanece pendular, sin tener roce con las hojas o ramas, facilita la cosecha y las labores agrícolas entre otras. Las desventajas son la alta exigencia en podas, es más costoso y además se debe establecer en zonas donde la humedad relativa (HR) no sea muy alta (Ocampo et al., 2012).



Fotos: John Ocampo

**Figura 4.** Sistemas de conducción de *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. espaldera (a). espaldera con semi-cubierta plástica (b), emparrado o parra (c).

Las podas son prácticas que consisten en hacer cortes de ramas, siendo una labor indispensable para lograr un buen desarrollo, altas producciones, buena ventilación y además facilita el manejo de problemas fitosanitarios en el cultivo. Es muy importante desinfectar las herramientas (hipoclorito o desinfectante al 2%), tijeras o navajas utilizadas en las podas, cortar en forma de bisel y poner cicatrizante en todas las heridas causadas a la planta para evitar la transmisión de las enfermedades como hongos y bacterias. Las podas deben hacerse en las primeras horas de la mañana o últimas de la

tarde para evitar la deshidratación de la planta, y además es necesario programar una fertilización una semana antes de las podas.

El deschuponado consiste en eliminar una serie de ramas laterales que crecen en el tallo principal hasta la altura del alambre superior, para que permitan acelerar el crecimiento y desarrollo de la planta (Figura 5a).

Las podas de formación se deben realizar cuando la planta alcance el alambre superior despuntando la yema apical para estimular la brotación de yemas laterales que puedan extenderse a lado y lado del tallo principal y así continuar con el desarrollo de las ramas laterales que permitirán la emisión de las flores (Figura 5b).



Fotos: John Ocampo

**Figura 5.** Diferentes sistemas de poda en la planta de *P. edulis* Sims f. *edulis*. Deschuponado (a), formación (b).

En las podas de producción se eliminan las ramas improductivas sin botones florales, ramas débiles, y secas. Cuando la rama productiva deja de emitir botones florales y continúa con su crecimiento vegetativo, se debe podar dos entrenudos más adelante de la última flor, con el fin de lograr un buen llenado de los frutos y evitar crecimientos improductivos.

Las podas fitosanitarias consisten en eliminar las ramas u hojas que se encuentre afectadas por el ataque de una enfermedad o insecto plaga, especialmente los raspadores chupadores como los trips. También se puede cortar las hojas que han sufrido un daño mecánico por lluvias fuertes, ya que estas heridas permiten la entrada de enfermedades (Ocampo et al., 2012).

La nutrición y fertilización es uno de los aspectos más importantes en el cultivo de la gulupa, ya que de ello depende la productividad, la calidad del fruto y los costos de producción. El manejo de la nutrición se debe iniciar desde el instante mismo en el que se hacen los huecos u hoyos para la siembra mediante la adición de materiales



orgánicos compostados o mezclas con micorriza y fósforo, que aporten cierta cantidad de nutrientes y mejoraren las condiciones físicas del suelo. Es recomendable una fertilización edáfica entre 200 y 300 g/planta cada cinco semanas en dosis y mezclas moderadas de acuerdo a las necesidades a la etapa del cultivo (Ocampo et al., 2012). El fertilizante se debe aplicar en corona y en media luna en el área de plateo, dependiendo de la pendiente del terreno y sin hacer una zanja en el suelo que causen heridas a las raíces.

Es importante disponer de un sistema de riego en zonas donde existe una mala distribución de las lluvias, ya que el déficit o excesos de hídricos pueden causar la caída excesiva de flores y frutos jóvenes. En épocas secas el estrés hídrico puede causar anomalías como frutos rugosos con pulpa seca, insípida y poco aromática. Además, pueden manifestarse desordenes fisiológicos y pérdida de vigor de la planta.

La gulupa posee un sistema radical poco profundo y la presencia de arvenses en la zona de plateo pueden competir por agua, nutrientes y luz, particularmente en los estados iniciales de la planta. El no control de las arvenses puede generar pérdidas económicas al reducir los rendimientos y afectar la calidad del producto. En la zona de plateo, el control de arvenses o limpias debe realizarse a mano para evitar heridas en la base del tallo.

## Principales enfermedades e insectos plaga

Los insectos plaga y las enfermedades constituyen una de las mayores limitantes en la producción de los cultivos, afectando el rendimiento y la calidad de los frutos en la cosecha y poscosecha. El control de estos problemas fitosanitarios debe estar enfocado en promover el manejo integrado que permita la preservación del medio ambiente con la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (Guerrero et al., 2012).

La Mosca del botón floral o del ovario (*Dasiops inedulis* Steyskal y *D. gracilis* Norrbom y McAlpine) causa daño en las flores, botones florales y frutos (Figura 6a,b). Las larvas inicialmente se alimentan de las anteras inmaduras y a medida que crecen van rompiendo el botón floral, consumiendo su contenido y últimamente causando su caída (Wyckhuys et al., 2010). El ataque a los frutos se manifiesta por los arrugamientos progresivos debido a las larvas presentes en el interior de los mismos presentándose luego la caída prematura.

El gusano cosechero (*Agraulis vanillae vanillae* Linnaeus) es un importante defoliador de hojas que ocasiona una considerable reducción en el área foliar y eventualmente la disminución de la producción (Figura 6c,d). El adulto es una mariposa con alas de color rojo-anaranjado, marcas negras, venación y puntos plateados en la parte inferior (Chacón y Rojas, 1984).

Los Trips (*Frankliniella* sp.) son insectos polívoros que atacan principalmente las estructuras florales y los frutos de la gulupa (Ramírez et al., 2012). Estos insectos se ubi-



can en el envés de la hoja, donde succionan la savia de los brotes jóvenes, produciendo deformaciones y encrespamiento que retrasan el desarrollo de la planta (Figura 6e,f). El aumento de las poblaciones de los trips se ha relacionado con las épocas de verano prolongadas y al sobre uso o no rotación de productos químicos para su control, ya que estos insectos adquieren fácilmente resistencia a estos productos.

Abeja negra (*Trigona testacea musarum* Cockerell) son atraídas por el néctar y el polen, perforando botones florales y causando daños en las estructuras de la flor, como el corte y mordeduras en los estigmas y el ovario (Figura 6g). También causan pequeñas roeduras en frutos en formación produciendo muchas veces caída por daño directo o por ataque de hongos sobre las heridas causadas (Hernández et al., 2012). Las larvas inicialmente se alimentan de las anteras inmaduras y a medida que crecen van rompiendo el botón floral, consumiendo su contenido y últimamente causando su caída.

La arañita roja (*Tetranychus* sp.) es una plaga diminuta de común ocurrencia en las épocas secas y de altas temperaturas (Ramírez et al., 2012). Los daños de la arañita roja son ocasionados tanto por las larvas como por los adultos, que al alimentarse de hojas y frutos producen escoriaciones y síntomas típicos de coloración amarillo grisáceo a lo largo del haz de las hojas (Figura 6h).

La Mosca de la flor o sonsa (*Drosophila* sp.) se encuentran comúnmente en la corona y las estructuras reproductivas de la flor (Wyckhuys et al., 2012). En cultivos en etapa productiva, es común encontrar altos niveles de población de adultos. Las larvas se alimentan de los botones florales y frutos en los primeros estados de desarrollo, causando destrucción y caída prematura de estas estructuras (Figura 6i,j).

Los nematodos (*Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Criconebella* sp., *Xiphinema* sp. y *Longidorus* sp.) son gusanos endoparásitos sedentarios de tamaño milimétrico que viven en el suelo y en la mayoría de los casos no es posible verlos a simple vista (Villegas et al., 2012). Estos nematodos atacan y se alimentan de las raíces de las plantas en cualquier estado de desarrollo, causando amarillamiento, detención del crecimiento y marchitamiento generalizado en las plantas atacadas, ya que las raíces van perdiendo su funcionalidad (Figura 6k,l).

La Secadera (*Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*) son hongos del suelo con una amplia distribución (Ortiz y Hoyos, 2010). El patógeno puede penetrar directamente las raíces o entrar a través de heridas en la planta causadas con herramientas, insectos o nematodos. A medida que progresa la enfermedad se presenta marchitamiento general, caída de las hojas, deshidratación de frutos, necrosis general y muerte total de la planta (Figura 7a).

La Roña o verrugosis (*Cladosporium cladosporioides*) es un hongo que ataca hojas, tallos, flores y frutos desde los estados iniciales de desarrollo (Riascos et al., 2012). Los síntomas en los frutos se inician con la formación de pequeñas manchas circulares con bordes definidos de color oscuro en la periferia y de color café claro en el centro, que posteriormente se hunden y se necrosan (Figura 7b,c).



Fotos: John Ocampo

**Figura 6.** Principales insectos plaga de la gulupa. Mosca del botón floral (a, b), gusano cosechero (c, d), trips (e, f), abeja negra (g), araña roja (h), mosca sonsa (i, j), nematodos (k, l).

La Virosis (Soybean Mosaic Virus – SMV, Cucumber Mosaic Cucumovirus – CMV y *Passion Fruit Yellow Mosaic Virus* – PFYMV) son transmitidos mecánicamente y esencialmente por medio de insectos vectores como los áfidos o pulgones, que chupan la savia de los tejidos jóvenes (Camelo y Oliveros, 2010; Fischer y Rezende, 2008; Jaramillo et al., 2019). Estos virus se expresan en la planta mediante una gran variedad de síntomas: en frutos verdes y maduros se presentan manchas anulares o islas de color verde (Figura 7d,e), deformación, protuberancias o “mapeo”. En las hojas los síntomas son mosaicos, deformaciones, verrugosis, encrespamiento, amarillamiento y enanismo de la planta.

La Antracnosis (*Glomerella cingulata*, anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides*) afecta las hojas con pequeños puntos que posteriormente se convierten en manchas



de color marrón de más de 1 cm de diámetro hasta formar grandes áreas necrosadas en la hoja causando la abscisión (caída) de la misma (Figura 7f,g). La enfermedad puede causar la interrupción total de la floración y la caída de los frutos en formación (Villegas et al., 2012). En los frutos se presentan manchas oscuras de 1 cm de diámetro que posteriormente se convierten en áreas con descomposición del tejido y hundidas, muchas veces comprometiendo la pulpa

La Bacteriosis o Mancha de aceite (*Xanthomonas axonopodis*) es una enfermedad con sintomatología muy variada e incluye desde lesiones foliares cloróticas, aceitosas con halos visibles, hasta lesiones necróticas en toda la lámina foliar (Villegas et al., 2012). Esta enfermedad es favorecida por la alta humedad relativa y cuando afecta los frutos, puede causar grandes pérdidas económicas debido a que demerita la calidad (Figura 7h,i).



Fotos: John Ocampo

**Figura 7.** Principales enfermedades de la gulupa. *Fusarium* sp. (a), Roña (b, c), virus (d, e), antracnosis (f, g), bacteriosis (h, i).

## Cosecha y poscosecha

La gulupa comienza a producir los primeros frutos entre los 8 a 9 meses después de la siembra en campo, donde pueden alcanzar su madurez fisiológica (Figura 8a). El punto óptimo de madurez de cosecha corresponde a un fruto 40-50% verde y 40-50% púrpura, lo que corresponde al estado 3 (Pinzón et al., 2007). Es recomendable realizar la cosecha manual, con el uso de tijeras o bisturí haciendo un corte del pedúnculo, siempre evitando rozar la fruta con alguna superficie, que pueda demeritar la calidad.

En la recolección se recomienda almacenar los frutos en canastillas plásticas de 60 x 40 x 24 cm o en caja de cartón con capacidad de 14 kg (275 a 290 frutos), separados por papel periódico (Figura 6b), con alveolos o protegidos con mallón (espuma de polietileno), para evitar que los frutos se manchen o rayen (Figura 8c). En la gulupa se ha empleado varios tipos de empaques para los frutos de exportación y la bolsa tipo *Xtend*® passion fruit es la más utilizada. Las cajas con los frutos de la gulupa para la exportación son pre-enfriadas y transportadas vía marítima hasta su destino a los diferentes mercados, siendo el destino principal el puerto europeo de Rotterdam (Holanda), para posteriormente ser distribuida a los diferentes países consumidores en Europa (Figura 8d).



Fotos: John Ocampo

**Figura 8.** Diferentes labores en la cosecha y pos-cosecha de la gulupa. Cosecha del fruto (a), empaque en papel periódico y caja de carton (b), selección y empaque en mallón (c), frutos en supermercado en Europa (d).



## Vías de comercialización y agregación de valor

El 80% de la producción total de la gulupa en Colombia se destina a la exportación a los países europeos. El consumo nacional de la gulupa es limitado y solamente se comercializa el 20% del total de la producción en Colombia para la preparación de jugos, helados y postres principalmente. En los países consumidores la fruta es consumida en fresco y eventualmente es utilizado en mezclas multivitamínicas con otros tipos de frutas, como el mango y la piña. La gulupa también ha sido usada para la elaboración de otros productos como champú, aceites esenciales, cremas corporales, geles de ducha y exfoliantes entre otros (Figura 9). La gulupa es una fruta con mucho potencial para la agroindustria en los países productores, la cual debe ser aprovechada para darle un valor agregado en este producto agrícola.



**Figura 9.** Productos industrializados o procesados a partir de gulupa.

## Bibliografía citada

CAMELO, V.; OLIVEROS, O. Detección e identificación de virus en gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *In: Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de pasiflora*. Neiva, Colombia, 2010. 95 p.

CHACÓN, P.; ROJAS, M. Entomofauna asociada a *Passiflora mollissima*, *P. edulis* f. *flavicarpa* y *P. quadrangularis* en el departamento del Valle del Cauca. Turrialba, 1984. p. 34:297-311.

CARVAJAL, L. M. et al., Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *Passiflora* (Passifloraceae) del departamento del Huila, Colombia. *Caldas*, v. 36, n. 1, p. 1-15, 2014.

COPPENS D'EECKENBRUGGE, G. 2003. Exploração da diversidade genética das pasifloras. *In: Libro de resúmenes*. Sexto Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro. Campos de Goytacazes, Brasil, 2003. p. 24-27.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). *Pest technology*, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

GREIG, A. M. W. Passion fruit culture. *New Zealand Journal of Agriculture*, p. 106-108, 1943.

GUERRERO, E. et al., Manejo agronómico de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) en el marco de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *In: MELGAREJO, L.M. (ed.) Ecofisiología del cultivo de la gulupa (Passiflora edulis Sims)*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. p. 123-144.

HERNÁNDEZ, L. M. et al., **Guía técnica de campo**: Identificación de plagas y enfermedades de los cultivos de maracuyá, gulupa y granadilla. Bogotá, Colombia: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y MADR, 2012. 58 p.

JARAMILLO, H.; MARIN, M.; GUTIERREZ, P. A. Complete genome sequence of a Passion fruit yellow mosaic virus (PFYMV) isolate infecting purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*). *Revista Facultad Agronomía Medellín* 72, n. 1, p. 8643-8654, 2019.

JIMÉNEZ, Y.; CARRANZA, C.; RODRÍGUEZ, M. Manejo Integrado de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *In: MIRANDA, D. et al., (ed.) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia*: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. p. 121-158.

PEASLEY, D. et al., **Passionfruit Information Kit**. Agrilink, your growing guide to better farming guide. Manual. Agrilink Series Q106036. Brisbane, Queensland: Queensland Horticulture Institute, 2006.

KNIGHT, R.J. The potential for Florida of hybrids between the purple and yellow passionfruit. **Florida State Horticultural Society**, p. 288-292, 1972.

MORTON, J. Passionfruit. *In: Fruits of warm climates*. Miami, FL., 1987. p. 320-328 p.

MORTON, J. Yellow Passionfruit ideal for Florida home gardens. **Florida State Horticultural Society**, p. 320-330, 1967.

OCAMPO, J.; URREA, R.; HERNANDEZ, J. Recursos genéticos y pre-mejoramiento de la gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia: un reto para aumentar la productividad. **Memorias del III Congreso latinoamericano y I mundial de pasifloras**, marzo 15-17, 15-16 pp., 2017.

OCAMPO J.; URREA, R. Recursos genéticos y mejoramiento de la Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). In: OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.). **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. República de Colombia, Bogotá: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. p. 16-22.

OCAMPO, J. *et al.*, Establecimiento y zonas productoras del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). In: OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.). **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. República de Colombia, Bogotá: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. p. 33-37.

OCAMPO, J.; MORALES, G. Aspectos general de la gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). In: OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.). **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. República de Colombia, Bogotá: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. p. 7-12.

OCAMPO, J.; POSADA, P. Ecología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). In: OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.). **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. República de Colombia, Bogotá: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. p. 29-32.

OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.). **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. República de Colombia, Bogotá: Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. 68 p.

ORTIZ, H. E.; HOYOS, L. Secadera: agentes causales y sintomatología en gulupa (*Passiflora edulis* Sims). En: **Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de pasiflora**. Neiva, Colombia, 2010. 101 p.

PÉREZ, L. V.; MELGAREJO, L. M. Caracterización ecofisiológica de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims) bajo tres condiciones ambientales en el departamento de Cundinamarca. En: MELGAREJO, L. M. (ed.) **Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims)**. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. p. 11-32.

PINZÓN, I. M.; FISCHER, G.; CORREDOR, G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomía Colombiana**, v. 25, n. 1, p. 83-95, 2007.

RAMÍREZ, H. *et al.*, Principales insectos plagas del cultivo de la gulupa y su control (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). In: **Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims)**. Bogotá, Colombia: Centro de Biosistemas, Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2012. p. 29-37.

RENDON, J. S.; OCAMPO, J.; URREA, R. Estudio sobre polinización y biología floral en *Passiflora edulis* f. *edulis* Sims, como base para el premejoramiento genético. *Acta Agronómica* 62, n. 3, 232-241, 2013.



RIASCOS, D. *et al.*, *Cladosporium*: Causal agent of scab in purple passion fruit or gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). **Agricultural Sciences**, v. 3, n. 2, p. 299-305, 2012.

RODRÍGUEZ, M. *et al.*, Certification of healthy plant material in Colombia: A critical analysis of opportunities and challenges to control virus diseases. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 10, n. 1, p. 164-175, 2016

SIMS, J. *Passiflora edulis*. **Botanical Magazin**. Fellow of the Royal and Linnean Societies, v. 45, London, 1818.

USDA - U.S. Department of Agriculture. USDA National Nutrient Database. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>, 2009.

VILLEGAS, B.; OCAMPO, J.; CASTILLO, C. Principales enfermedades en el cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) y su manejo. In: Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims). Bogotá, Colombia: Centro de Biosistemas, Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2012. p. 54-64.

WYCKHUYS, K. *et al.*, The relationship of farm surroundings and local infestation pressure to pest management in cultivated *Passiflora* species in Colombia?. **International Journal of Pest Management**, v. 57, n. 1, p. 1-10, 2010.

YOTOKO, S. C. *Et al.*, Does variation in genome sizes reflect adaptive or neutral processes? New clues from *Passiflora*. PLoS ONE 6, e18212, 2011.

YOCKTENG, R.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; SOUZA-CHIES, T. *Passiflora*. In: KOLE CHITTARANJAN (ed.) **Wild crop relatives**: genomic and breeding resources tropical and subtropical fruits. Springer, Berlin and Heidelberg, 2011. p. 129-171.





Fotos: Carlos Carranza



## **CAPÍTULO 8**

### **Badea: *Passiflora quadrangularis* L.**

Carlos Edwin Carranza Gutiérrez





## Importancia económica y social

Entre las especies de pasifloras en Colombia, la badea (*Passiflora quadrangularis* L.) se encuentra priorizada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como fruta promisoría para exportación por su aceptación como fruta fresca, jugos y aperitivos dentro de las frutas tropicales (Carranza et al., 2016). Para el 2018 el área de siembra fue de 194,55 ha, con una producción de 3218,5 t y un rendimiento de 16,54 t/ha. El mayor productor es el departamento del Huila (53,22%), seguido por Santander (43,17%), Choco (3,08%) y Nariño (0,51%) (AGRONET, 2019).

De acuerdo con la FAO (2005), el fruto de badea presenta unas características de aroma agradable con un sabor dulce y a la vez ligeramente ácido característico de la fruta. El aroma de la badea es dado principalmente por la sustancia geraniol (Montero et al., 2016). En Colombia en los departamentos productores el fruto es muy apetecido donde el arilo es muy dulce, bastante ácido y perfumado, se consume en natural o se utiliza para preparar diferentes clases de refrescos, postres, dulces, mermeladas, compotas, salsas, helados y aperitivos; el mesocarpio se mezcla generalmente con el arilo y se usa para preparar dulces, gelatinas y pasteles. La fruta sin madurar se puede cocinar y consumir como verdura. En la medicina tradicional se utiliza para el tratamiento de golpes, quemaduras, artritis, hipertensión, diabetes, dolencias del hígado y neuralgias; también es un buen calmante cardiodepresivo y descongestionante (Osorio et al., 2005). De la semilla se extrae la pasiflorina que tiene valor medicinal. En Jamaica, las raíces de las plantas viejas se consumen como sustitutas del ñame (Fruits from America, 2004).

Su nombre común varía en todo el ámbito hispánico: “badea” (Colombia, Venezuela y Ecuador), “badera”, “corvejo”, “motorro” (Colombia), “granadilla de fresco”, “granadilla grande”, “granadilla para refrescos” (El Salvador), “granadilla de costa” (Guatemala), “granadilla real”, “parcha de Guinea”, “sandía de pasión”, “quijón” (Bolivia), “parcha granadilla” o simplemente “parcha” (Venezuela), “tumbo” (Perú, Ecuador), “granadilla” (Panamá) o “maracuyá gigante” (Otzoy, 2003).

## Características morfológicas

La badea es una enredadera vigorosa, tallo de cuatro lados o cuadrangular, con excepción de su base que con el tiempo se vuelve fistuloso, puede tener de 5 a 50 metros de largo, posee zarcillos axilares enredados en espiral o envueltos en los soportes que encuentra. Las hojas son enteras de peciolo largos, de 10 a 20 cm de largo por 8 a 15 cm de ancho (Geilfus, 1994), son alternas, estipuladas, con lámina ovalada o elíptica, verde oscura en el haz y verde clara en el envés, con 10 a 12 venas laterales (Nagy et al., 1990).

Tiene flores de unos 12 cm de diámetro de color blanco, azul, violáceo o rosado. Tubo del cáliz acampanado, sépalos aovados de hasta 3,5 cm de largo, carnosos, ver-

des en el lado externo, blancos o rosados en el interno. Pétalos oblongo-aovados hasta oblongo-lanceolados, de igual tamaño que los sépalos (Figura 1). Los estambres son connatos en su parte inferior con el ginoforo, para formar una columna que está marcada con puntos verde-amarillentos y violetas; con anteras transversales, versátiles, de dos celdas. El ovario es de color amarillento, elipsoide, opaco, de una celda con numerosos óvulos; los tres estilos son clavados de 1,5 a 2,0 cm de largo, cubiertos de pelusa corta de color rojizo en su base, de color blanco más arriba y muy engrosados. Los estigmas son reniformes; de color amarillo claro y posteriormente color café (Avilán et al., 1989).

El fruto es una baya oblonga, de tamaño irregular entre 20-30 cm de largo x 10-15 cm de ancho de color amarillo-verdoso (Figura 1) (Sarmiento, 1986), con un peso de 225 a 450 g o más, el mesocarpio o pulpa es blanco de 2,5 a 4 cm de espesor, carnoso, dulce, de color blanco, jugoso y conforma la mayor parte del fruto (Nagy et al., 1990; Sarmiento, 1986). La cubierta del fruto es una capa lisa y delgada de color verde pálido que a la madurez se vuelve amarillenta (Marín, 1999).

Las semillas son duras, aplanadas, con 3 dientes y cubiertas con un arilo color salmón en la base, traslúcido, jugoso y de agradable sabor ácido, que predomina en los jugos y demás preparaciones que se hacen con esta fruta



Fotos: Carlos Carranza

**Figura 1.** Flores y frutos de *Passiflora quadrangularis* L.

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

La badea es una de las especies frutales originaria de América tropical, se cultiva en los climas cálidos y húmedos de Suramérica entre 400 y 1.500 msnm) (Osorio et al., 2005). En América Central, se puede establecer desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm, en áreas que tengan precipitaciones anuales de 1.500 a 3.000 mm bien distribuidos. En Guatemala, el cultivo puede desarrollarse en áreas de la costa sur o terrenos ubicados arriba de los 400 msnm (Alix, 1999). En condiciones de Perú se adapta a una



temperatura media anual máxima de 25,1°C y una temperatura media anual mínima de 17,2°C, con un promedio de precipitación anual máxima de 3.419 mm y mínima de 936 mm y una altitud desde el nivel del mar hasta 1.800 msnm (Vásquez, 1996). En Venezuela la planta se desarrolla muy bien en un clima cálido y húmedo como el que se presenta en las zonas comprendidas entre los 0-800 msnm. y en algunos lugares se ha cultivado hasta los 1.200 msnm (Avilán, 1998). En condiciones de Colombia se puede encontrar entre los 600 - 1.500 msnm, con temperaturas promedio entre 25 y 30°C.

Algunas condiciones edafoclimáticas reconocidas para este cultivo en regiones extranjeras (Ecuador) son suelos de fácil permeabilidad y buen contenido de materia orgánica con un pH de 5,5 a 6,5, a una temperatura entre 17 a 25°C (Paredes, 2007).

El cultivo se desarrolla en suelos de textura franca, fértiles y con buen drenaje, se adapta en ultisoles y oxisoles ácidos, pobres en nutrientes y con buenos contenidos de materia orgánica (Vásquez, 1996). Según Avilán (1988), le favorecen aquellos suelos de textura media con buen drenaje, ya que no soporta los encharcamientos, y de mediana a alta fertilidad, con un pH de 5,5-7,7.

## Variedades y cultivares disponibles

Se conocen dos variedades de badea, la forma pequeña, con frutos de 18 a 25 cm de largo y la grande (Macrocarpa) con frutos de hasta 35 cm de largo y peso de hasta 3 kg. En la variedad grande las flores no pueden polinizarse a sí mismas y requieren polinización cruzada con otras plantas, o hasta polinización a mano; produce frutos más grandes, pero en menor cantidad (Geilfus, 1994).

Según Córdoba (1980), las dos variedades "Chocó" (pequeña) y "Gigante" (grande), no tienen barreras comerciales por su diferencia en tamaño. Una mayor acogida en el mercado internacional puede tener la variedad "Chocó", gracias a su mayor contenido de azúcar, menos cáscara y por consiguiente más alto contenido de jugo. Varios autores recomiendan el cruce entre estas dos variedades para obtener un fruto de mayor tamaño que el de "Chocó" y más dulce que el de "Gigante".

## Implementación del huerto y principales tratamientos culturales

En la propagación las semillas de badea se presenta una baja germinación para lo cual se recomienda en vivero realizar una imbibición de las semillas con ácido giberélico a una concentración de 1.200 ppm o nitrato de potasio al 4% por un tiempo de 48 horas (Carranza et al., 2016) antes de la siembra en las bandejas de germinación de 50 alveolos. Las bandejas se colocan un cuarto oscuro recubierto con plástico negro con una temperatura promedio de 25,2°C y una humedad relativa de 92,87%, con un delta de temperatura entre el día y la noche de 15°C por un tiempo de 11 días cuando

alcanza el 30% de emergencia visible en la superficie del sustrato. Posteriormente se llevan a un invernadero por tiempo de 40 días con una temperatura promedio de 24,6°C y humedad relativa promedio de 71,4%.

Para el establecimiento del huerto se recomienda realizar previamente análisis de suelos para determinación del encalado y concentración de nutrientes en el suelo con el fin de realizar las respectivas enmiendas y programa de fertilización. Se utilizan distancias de siembra entre plantas de 4 a 6 m y entre filas de 2 a 3 m. La preparación de los suelos consta de mullir, arar y ahoyar el suelo (40 cm x 40 cm x 40 cm) junto al encalado y abonado con materia orgánica. La siembra realizarla en épocas de lluvia, la plántula es sembrada con el "cuello" en la superficie del suelo y el contorno de la planta es repicado en forma de "balconado" para favorecer el drenaje del agua (MADR. 2012).

El sistema de tutorado es en emparrado, se recomiendan postes en guadua y u otro material con buena resistencia al peso de las frutas de badea, en las líneas principales se utiliza alambre de púas y en las líneas secundarias con alambre liso (Figura 2). En el cultivo se realizan podas de formación quitando los chupones del trallo principal y despuntes apicales una vez haya alcanzado la altura del emparrado distribuyendo las ramas secundarias y terciarias en la estructura.



Fotos: Carlos Carranza

**Figura 2.** Sistema de emparrado en *Passiflora quadrangularis* L.

Para el manejo del riego se recomienda un riego por goteo con aplicación de nutrientes minerales en la solución nutritiva de acuerdo con los resultados de los análisis de suelos.

## Principales enfermedades e insectos-plaga

Las principales plagas del cultivo son la mosca del ovario (*Lonchaea* sp.), mosca del mesocarpio (*Dasiops* sp.), ácaros, Trips (*Trips* spp.) y trozadores (*Agraulis* sp.). Las principales enfermedades son Botrytis (*Botrytis* spp.), Fusarium (*Fusarium* spp.), Alternaria (*Alternaria* sp.), nemátodos, virus e insuficiencia de algunos complejos con presentación de manchas foliares (MADR, 2012).

## Cosecha y poscosecha

La etapa de cosecha se realiza una vez los frutos han alcanzado una coloración amarilla. La colecta se hace en recipientes plásticos y la selección del fruto se lleva a cabo en el área acondicionada al interior de los cultivos, la fruta es clasificada en dos calidades de acuerdo con el tamaño y el empaque empleado para el traslado de fruta es en canastillas o guacales de madera con una capacidad aproximada de 10 frutos (MADR, 2012).

## Vías de comercialización y valor agregado

La pulpa de la fruta madura se usa en ensaladas y postres, en algunos casos se enlata en almíbar. En indonesia, el mesocarpio y los arilos se comen junto con el azúcar y hielo picado además se embotella y se sirve en los restaurantes. De la pulpa (arilos) se obtiene un jugo muy agradable para las bebidas frías, en Australia el vino se elabora por maceración varias de las frutas enteras maduras. La fruta se valora en los trópicos como antiescorbútica y estomacal. En Brasil, el mesocarpio se utiliza como un sedante para aliviar el dolor de cabeza, asma, diarrea, la disentería, la neurastenia e insomnio. Las semillas contienen un principio cardiotónico, son sedantes y en grandes dosis, narcótico (Morton, 2008).

Algunas de las propiedades nutraceuticas de la badea contribuyen en el tratamiento de colesterol, vermífugo intestinal, neurotransmisor del sistema nervioso por su composición de serotonina, además para patologías de hipertensión, diabetes, dolencias del hígado y neuralgias; calmante, cardiodepresivo y descongestionante (Asohfrucol, 2019; Carvajal et al., 2014).

La badea contiene un gran porcentaje de serotonina que contribuye al buen funcionamiento del sistema nervioso y por ende alivia problemas como la ansiedad, el insomnio, la obesidad y fuertes dolores de cabeza (migrañas), contiene grandes cantidades de vitamina E, esencial para mantener y cuidar la piel y mejorar el funcionamiento del aparato digestivo, la gran cantidad de hierro ayuda a combatir enfermedades como la anemia, así como la vitamina A ayuda a prevenirla, ideal para que sea consumida por los niños, ya que su mesocarpio tiene calcio, que protege y fortalece sus huesos.



Su contenido de fósforo contribuye con un buen desarrollo mental, también posee en menor cantidad la vitamina C, que previene resfriados y gripes (Galarraga, 2013).

La badea contiene un aroma especial, su pulpa constituida por semillas provista de un arilo superficial, contiene un sabor agridulce, con un aroma agradable, se consume en fresco en toda la costa de Colombia, los frutos pertenecientes a esta familia son utilizados en platos y pasabocas (Arrazola y Villalba, 2004).

Hernández y Fischer (2009) indican que su consumo en fresco está limitado a lo local, en sitios de producción, sin embargo, resultados preliminares indican que productos, como trozos mínimamente procesados, y derivados de la pulpa como mermeladas y bocadillos podrían ser de interés en la industria de alimentos (Castellanos et al., 2008).

## Bibliografía citada

AGRONET. **Evaluaciones agropecuarias municipales, cultivo de la badea**. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales, 2019.

ALIX, C. H. **Frutales y condimentarias del trópico húmedo**. La Ceiba, Hond.: Centro regional Universitario del litoral Atlántico, 1999.

ARRAZOLA, G.; VILLALBA, M. **Frutas, Hortalizas y Tubérculos, Perspectivas de Agroindustrialización**, 2004.

ASOHOFrucOL. **Badea**. 2019. Disponible en: [http://www.asohofrucol.com.co/fruta\\_detalle.php?id=19](http://www.asohofrucol.com.co/fruta_detalle.php?id=19). Acceso en: 11 maio 2020.

AVILAN, L.; LEAL, F.; BAUTISTA P. **Manual de Fruticultura**. Caracas, Venezuela: Editorial América, 1989.

AVILAN, R.; LEAL, F. **Cultivo y producción de América**. Manual de fruticultura (en línea), Caracas, Ven. Agronegocios, Ministerio de Agricultura y Ganadería – Gobierno de El Salvador, C.A., 1988. Disponible en: <http://www.agronegocios.gob.sv/Media/Fru2GraText.htm>. Acceso en: 12 mar. 2002.

CARRANZA, C.; CASTELLANOS, G.; DEAZA, D.; MIRANDA, D. Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea (*Passiflora quadrangularis* L.) en condiciones de invernadero. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 10, n. 2, p. 284-291, 2016.

CARVAJAL, L. M. *et al.*, Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *Passiflora* (*Passifloraceae*) del departamento del Huila, Colombia. **Caldasia**, v. 36, n. 1, p. 1-15, 2014.

CASTELLANOS, M.T. *et al.*, Elaboración de productos con base en badea (*Passiflora quadrangularis*). In: DÍAZ, A.C. *et al.*, (ed.). Segunda Jornada de Actualización Avance de la Investigación en Alimentos 2007. Produmedios, Bogotá: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, 2008. p. 93-105.

CÓRDOBA, J. A. La Badea. **Revista Esso Agrícola**. Bogotá, Colombia, v. 1, n. 1, p. 16-21, 1980.

FAO. **Commodities and trade division**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2005.

FRUITS FROM AMERICA. 2004. Disponível em: [http://www.ciat.cgiar.orglipgri/fruits\\_from\\_americas/frutales](http://www.ciat.cgiar.orglipgri/fruits_from_americas/frutales). Acesso em: 11 maio 2020.

GALARRAGA, A. **Usos y beneficios de la badea**. Asunción: Instituto Paraguayo de nutrición y alimentación, 2013.

GEILFUS, F. El Árbol al Servicio del Agricultor. Tomo 2 Guía de Especies. Turrialba, Costa Rica. Enda-Caribe y CATIE, 1994. 778 p.

HERNÁNDEZ, M. S.; FISCHER, G. Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas. pp. 267-281. *In*: MIRANDA, D. *et al.*, (ed.). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009.

MARÍN, F. X. **Comportamiento floral, desarrollo del fruto y propagación sexual de la badea (*Passiflora quadrangularis* L.)**. El Zamorano: Departamento de Horticultura, 1999.

MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Acuerdo de competitividad para la cadena productiva de Pasifloras en Colombia**. Bogotá, 2012.

MONTERO, D. A. V. *et al.*, Floral scent of Brazilian Passiflora: five species analysed by Dynamic headspace. **Anais Acad. Bras. Ciênc.**, v. 88, n. 3, p. 1191-1200, 2016.

MORTON, J. Giant Granadilla. *In*: MORTON, J. **Fruits of warm climates**. Miami, FL. 2008. p. 328-330.

NAGY, S.; SHAW, P.E.; WARDOWSKI, W.F. **Fruits of Tropical and Subtropical Origin**. Florida, U.S.A: Florida Science Source, 1990. 392 p.

OSORIO, C., DUQUE, C.; FUJIMOTO. El aroma de la badea (*Passiflora quadrangularis*): composición y generación de compuesto volátiles a partir de glicósidos, fosfatos y monoterpenos oxigenados. *In*: DUQUE, C.; MORALES, A.L. (ed.). **El aroma frutal de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias, 2005. pp. 107-131.

OTZOY, M.; ALVARADO, D. **Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares de Granadilla de Costa (*Passiflora quadrangularis*) en la zona sur-occidental de Guatemala**". Mazatenango: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.

PAREDES, E. SIGAGRO MAGAP. 2007. Disponível em: <http://es.scribd.com/doc/49889661/5/Cultivo-BADEA#page=8>. Acesso em: 11 maio 2012.

SARMIENTO, E. **Frutas en Colombia**. Bogotá: Ediciones Cultural Colombiana Ltda., 1986.

VÁSQUEZ, M. **Cultivo de frutales nativos amazónicos**. Amazonia, biodiversidad, comunidades y desarrollo. *Passiflora quadrangularis* (en línea). 1996. Perú: Universidad nacional de la amazonia peruana, 1996. Disponível em: <http://www.amazonas.rds.org.co/libros/51/5100004.htm>. Acesso em: 15 mar. 2002.







Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

## **CAPÍTULO 9**

### **Maracuyá de la Caatinga: *Passiflora cincinnata* Mast.**

Francisco Pinheiro de Araújo  
Natoniel Franklin de Melo  
Saulo de Tarso Aidar  
Fabio Gelape Faleiro  
Onildo Nunes de Jesus





## Importancia económica y uso potencial

Conocido popularmente como maracuyá de la Caatinga, maracuyá de arbustos, maracuyá de boi. Es muy común encontrar *P. cincinnata* Mast en los bordes de bosques, capoeiras y campos cultivados (Cervi, 1997). Esta especie posee una distribución amplia en el Neotrópico y ocurre preferencialmente en áreas abiertas y ambientes degradados (Nunes y Queiroz 2001). Su distribución es amplia en América del Sur, del este de Brasil hasta el Oeste de Bolivia, habiendo sido descrita por Killip (1938).

La especie presenta una exploración económica restringida, debido al limitado cultivo a escala comercial. Los frutos son comercializados de forma local en las márgenes de las carreteras y en las galerías de mercado libre, en regiones donde la especie se encuentra espontáneamente. Comparado con el maracuyá ácido o amarillo, el maracuyá de Caatinga se trata de un producto diferenciado, de sabor característico. La pulpa de los frutos de *P. cincinnata* pueden atender el creciente mercado que tiende hacia alimentos naturales, orgánicos y sustentables, ofertados por la agricultura de base familiar. Entre tanto, en algunas localidades del semiárido, los frutos se encuentran escasos o amenazados al desaparecimiento.

El Embrapa Semiárido (<https://www.embrapa.br/semiarido>) inició, por el año 2005, colectas en la región semiárida del Nordeste brasileiro dado a su variabilidad genética, amplia distribución geográfica de especies en el Semiárido (Cervi, 1997). Así fueron realizadas colectas en Caatinga hipoxerófila e hiperxerófila con un alcance representativo de 72,9% del área del Nordeste. Una amplia cobertura de las colectas fue motivada o necesaria debido al número limitado de accesiones existentes en los bancos de germoplasma de Brasil (Ferreira, 2005), cuyo interés se debe al potencial de uso de la especie en programas de mejoramiento vegetal debido a su tolerancia a *Phytophthora* sp. (Junqueira et al., 2005), a nematodos (*Meloidogyne* sp.) y a bacteriosis *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* (González, 1996). La colección de *P. cincinnata* cuenta en 2017 con 55 accesiones con amplia variabilidad en cuanto a color de las flores, forma y tamaño de los frutos entre otros atributos.

A partir de la colecta y caracterización de las 55 accesiones de *P. cincinnata* del BAG de maracuyá de la Embrapa Semiárido, Pretolina, PE, fueron iniciados ciclos de selección y recombinación que culminó en la obtención del maracuyá silvestre *P. cincinnata* Sertão Forte, proveniente de alianzas en investigación con Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). El cultivar presenta como una de sus características de destacar una mayor tasa fotosintética, llevando a una mayor eficiencia en el uso del agua que la del cultivar BRS Gigante Amarelo de la especie *P. edulis* Sims (Costa Neto et al., 2017). Esta característica permite el cultivo de BRS Sertão Forte en regiones con periodos cortos de disponibilidad hídrica, principalmente donde hay la práctica de agricultura de secano con bajo uso de tecnología en la Caatinga y el Cerrado brasileiro.

El establecimiento de sistemas de producción utilizando especies nativas capaces de desarrollarse en ambientes semiáridos puede contribuir para la disminución de la presión del extrativismo (desaparición) de las especies silvestres y diversificar los siste-



mas productivos de la agricultura familiar. En este contexto, podemos también destacar, además del cultivar BRS Sertão Forte al cultivar BRS Perola del Cerrado (PC) de la especie *P. setacea*, la cual también fue lanzada apuntando a contribuir en la diversificación de los cultivos con especies nativas de potencial comercial, permitiendo a los consumidores nuevas opciones de frutos, y al mismo tiempo que se tornen más conocidos y valorizando la biodiversidad nativa del Brasil.

Otros potenciales de exploración de *P. cincinnata* sería su uso como portainjerto apuntando a obtener una mayor eficiencia en el uso del agua (EUA) y resistencia a enfermedades de raíces que se presentan en especies comerciales de maracuyá amarillo o ácido. Vale resaltar que esas características de portainjertos encontradas en la especie silvestre todavía merecen mayores investigaciones.

Con relación al cultivo en áreas irrigadas, la siembra de BRS Sertão Forte en consorcio con *Passiflora edulis* Sims (maracuyá amarillo-ácido) puede ser una estrategia para la atracción de abejas – abejorros, pues *P. cincinnata* abre sus flores desde las primeras horas del día y favorece la permanencia de los polinizadores hasta las 12 horas, cuando ocurre la abertura de las flores del maracuyá ácido. Esa simple técnica torna más eficiente la polinización natural y favorece el aumento de la producción de maracuyá ácido.

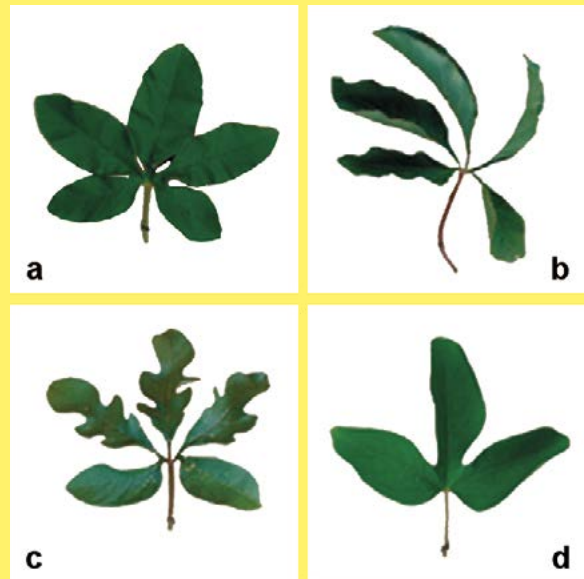
## Características morfológicas

La especie *P. cincinnata* es una trepadera leñosa, con tallos cilíndrico estriado o subangular. Las hojas son simples, 3-5 palmatripartidas (cuando son tripartidas, los segmentos laterales se presentan generalmente profundamente bilobados (Cervi, 1997). Es posible que haya heterofilia en *P. cincinnata*, como ocurre en *Passiflora edulis* Sims, como relató (Jesús et al., 2015). A partir de la caracterización realizada por Araujo (2007) con base en varias accesiones de *P. cincinnata*, una variación amplia puede ser observada en los tipos de hojas de la especie (Figura 1).

Las flores son aisladas, hermafroditas, de simetría radial y presentan estructura reproductiva típica de las passifloraceas. El androceo es compuesto por cinco estambres y el gineceo está formado por un ovario con muchos óvulos, tres estilos y tres estigmas (Kill et al., 2010), habiendo sido observado por Araujo (2007) flores con dos, tres, cuatro y cinco estigmas (Figura 2).

Los colores púrpuras fuertes y exuberantes encontrados en las flores de *P. cincinnata* demuestra que esa especie posee potencial ornamental (Meletti et al., 1997) (Figura 3).

La antesis de las flores es diurna (5h), observándose granos de polen con una viabilidad variando entre 87,5 a 96% entre las accesiones. En las evaluaciones realizadas por Araujo et al., (2008), la viabilidad polínica fue la segunda variable de mayor importancia relativa entre los descriptores analizados.



Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 1.** (a) hoja seccionada, pentalobada y margen del limbo foliar interno; (b) hoja seccionada, pentalobada y margen del limbo foliar serrado; (c) Hoja seccionada, pentalobada y margen del limbo foliar dentado; (d) Hoja seccionada, trilobada, margen del limbo foliar entera.



Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 2.** Flores con dos (A), tres (B), cuatro (C) y cinco estigmas (D) en *P. cincinnata*.

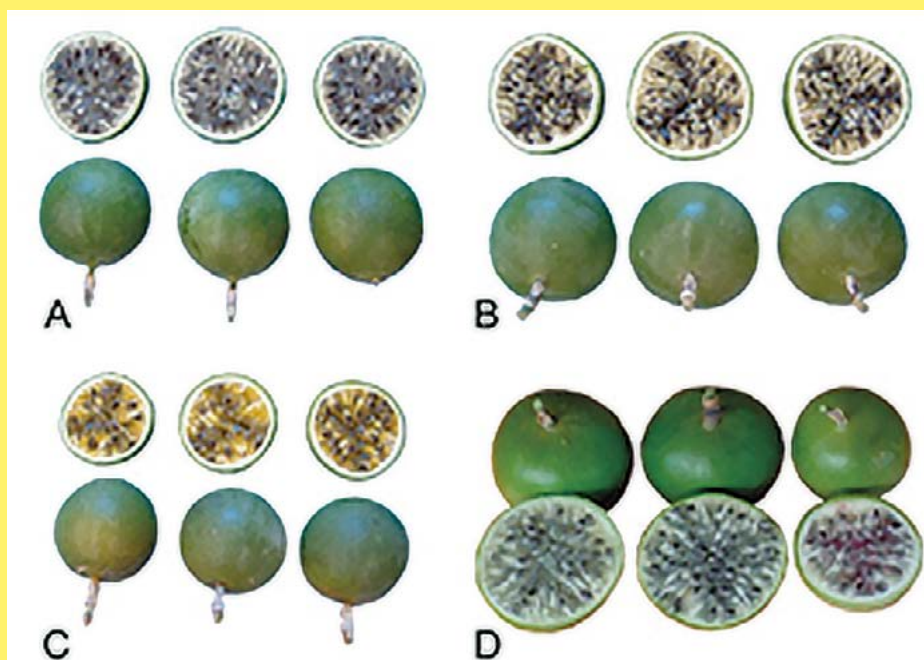


Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 3.** Diferentes tonalidades de colores en las tres series (externa, intermediaria e interna) en *P. cincinnata*.

Los frutos cuando están maduros, tienen coloración verde-clara. La masa del fruto varía de 46,8 g a 118 g. La pulpa es muy ácida, apropiada para fabricación de jugos, pudiendo expresar coloración blanca, amarillo-clara, amarillo-intenso, y blanca-violeta (Figura 4). Y el contenido de sólidos solubles varía de 8,4 a 12,6 °Brix. El rendimiento de pulpa está en torno de 35%.





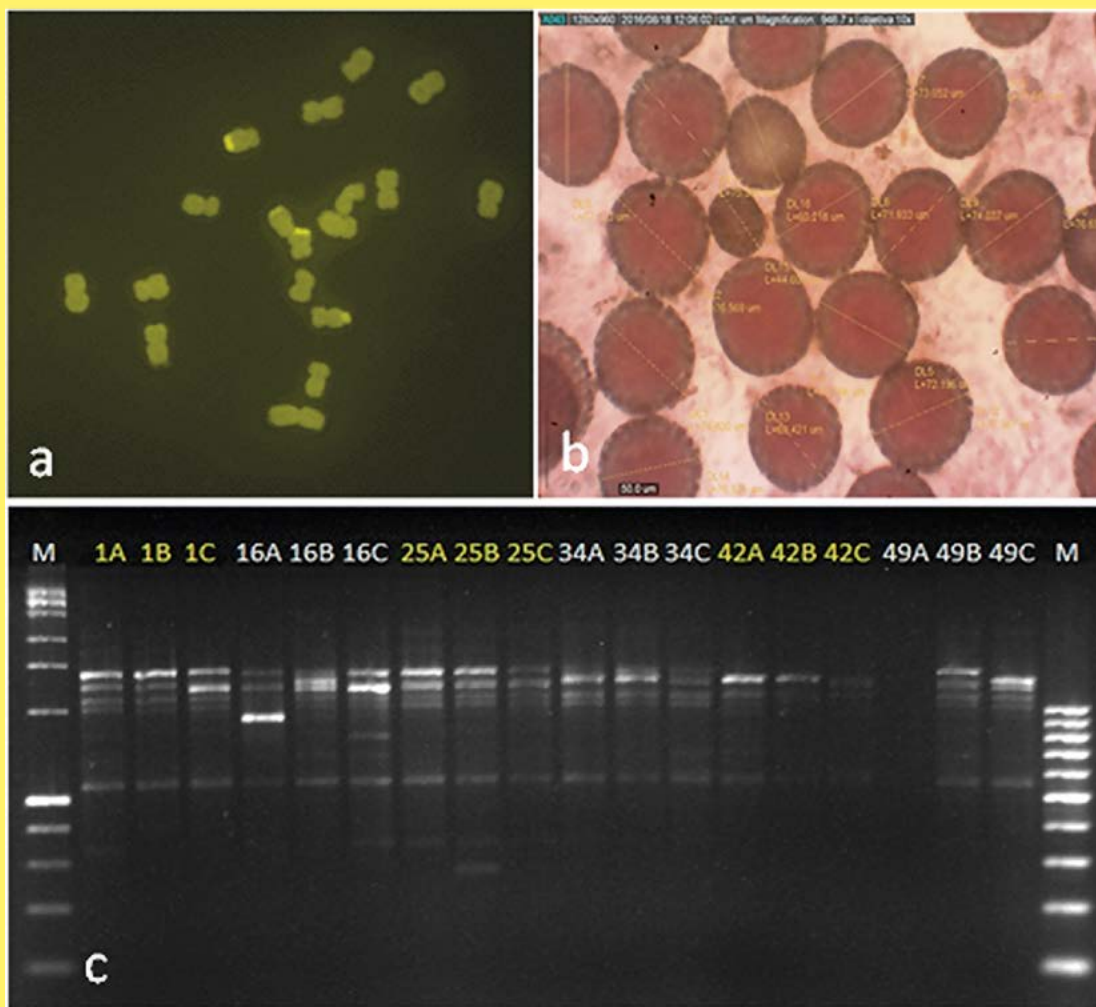
Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 4.** Diferentes coloraciones de la pulpa de los frutos de las accesiones de *Passiflora cincinnata*: (A) blanca, (B) amarillo-clara, (C) amarillo intenso, (D) blanca púrpura en el centro.

## Diversidad genética, citológica y molecular

La diversidad morfológica observada en *P. cincinnata* también puede ser constatada por medio de análisis citológicos y moleculares. Un análisis citológico mitótico revela núcleos interfásicos semirreticulados y número cromosómico diploide  $2n = 18$  (Figura 5a). El tamaño cromosómico varía entre  $2 \mu\text{m}$  y  $4 \mu\text{m}$ , con la presencia de 14 cromosomas metacéntricos y cuatro cromosomas submetacéntricos, representando un cariotipo simétrico. La doble coloración con los fluorocromos CMA<sub>3</sub>/DAPI revela la presencia de cuatro bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> en el brazo largo de dos pares cromosómicos (Figura 5a) las cuales se mostrarán localizadas con los sitios de DNAr 45S revelados por hibridación fluorescente *in situ* – FISH. En este caso, se nota entre accesos un heteromorfismo en relación al tamaño del bloque heterocromático de menor par cromosómico portador de esa marca. En relación a la meiosis, se observa en la mayoría de accesos un comportamiento meiótico regular, siendo notada la presencia de nueve bivalentes en diploteno y/o diacinesis. La regularidad meiótica se refleja en la alta tasa de viabilidad polínica con valores medios porcentuales superior del 95%, sugiriéndose su uso efectivo en cruzamientos asistidos. Asociadamente, esos granos de polen viables muestran valores de diámetro medios entre  $75 \mu\text{m}$  y  $85 \mu\text{m}$ , en tanto que, para los granos de polen inviables, los valores medidos están entre  $55 \mu\text{m}$  e  $65 \mu\text{m}$  (Figura 5b).

La utilización de marcadores moleculares de tipo ISSR ha mostrado la diversidad genética en *P. cincinnata*. Estudios realizados en el laboratorio de Biotecnología de Embrapa semiárido con la utilización de 15 iniciadores de ISSR generan un total de 1.200 bandas en seis accesiones de *P. cincinnata* (media de 80 bandas por primer), con tamaños variando entre 100-1000 pb (Figura 5c). Todos los iniciadores seleccionados detectaron polimorfismo entre las accesiones, amplificando 678 fragmentos polimórficos (media de 45,2 bandas por iniciador), representado por un valor medio de 62,41% de polimorfismo. Los marcadores ISSR permitirán estimar la diversidad genética, generando informaciones útiles para el uso en el programa de mejoramiento genético.



Fotos: Nataniel Franklin de Melo

**Figura 5.** Número cromosómico, viabilidad de granos de polen y marcadores moleculares ISSR en *Passiflora cincinnata* Mast. a) Metafase mitótica con  $2n=18$  cromosomas. Observe dos pares con bloques CMA+ en la región subterminal de cuatro cromosomas. b) Granos de polen teñidos con reactivo de Alexander. Obsérvese en la parte central la presencia de dos granos de polen inviables con diámetro bien menor que los viables en el entorno. c) Productos de PCR en gel de agarosa mostrando las ampliaciones resultantes de la utilización del primer 12 (TriAAC3'RC, secuencia: AACACAACAACAACRC) en seis accesos (genotipos 1, 16, 25, 34, 42 e 49). Fueron analizados tres individuos por cada acceso. Notar la variabilidad genética tanto dentro como entre los accesos. M= marcador molecular de 1kb.

## Características ecofisiológicas

Algunos estudios han involucrado la utilización de *P. cincinnata* como portainjerto de otras especies de pasifloras. Costa Neto et al., (2017), por ejemplo, verifican que, dependiendo del portainjerto de *P. cincinnata*, un cultivar de *P. edulis* BRS Gigante amarelo (BRS GA) puede tener su desempeño ecofisiológico influenciado significativamente sobre déficit hídrico. Los intercambios gaseosos de BRA GA fueron significativamente mayores en condición de déficit hídrico cuando fue injertado sobre la accesión 44 (BRA GA/44) de *P. cincinnata* del banco activo de germoplasma de maracuyá (BGM) de Embrapa Semiárido, comparándose al uso de BGM 46 (BRS GA/46) (Costa Neto et al., 2017). El uso de *P. cincinnata* como portainjerto parece haber inducido un comportamiento intermedio en relación al comportamiento de los tratamientos a "pie franco" (sin injerto) de *P. cincinnata* BRS Sertão Forte – BRS SF y *P. edulis* (BRS GA) (Costa Neto et al., 2017).

El cultivar BRS SF, en general presentó mayores valores de fotosíntesis total ( $A$ ), conductancia estomática ( $g_s$ ) y transpiración ( $E$ ) comparados a los del cultivar BRS GA (Costa Neto et al., 2017). La diferenciación entre los tratamientos se intensificó principalmente en función de los horarios más cálidos del día a lo largo del ciclo de deshidratación-rehidratación (Costa Neto et al., 2017). A pesar de la mayor transpiración de BRS SF que implicó un mayor consumo de agua por unidad de área foliar en un dado periodo de tiempo, su mayor fotosíntesis resultó en mayor cantidad de carbono asimilado por vapor de agua transpirado, dada por la relación  $A/E$  (Costa Neto et al., 2017). Una de las razones para una mayor tasa fotosintética de BRS SF está en el mayor índice de clorofilas totales en función de los mayores índices de clorofilas  $a$  y  $b$  (Costa Neto et al., 2017). La inversión en la alta capacidad fotosintética de BRS SF parece ser coherente con la necesidad de una rápida ganancia de carbono para el aprovechamiento máximo de los cortos periodos de tiempo favorables de disponibilidad hídrica característicos del semiárido. (Costa Neto et al., 2017).

El potencial hídrico ( $\Psi_h$ ) en las hojas de BRS SF alcanzó valores menores de los de BRS GA, probablemente como consecuencia de la mayor transpiración bajo déficit hídrico, principalmente en las horas más cálidas del día. Aunque puedan estar involucrados mecanismos dirigidos a mantener la continuidad de la absorción de agua por las raíces, sea por su mayor profundidad y/o mayor ajuste osmótico, el hecho de BRS SF haber presentado menor ( $\Psi_h$ ) foliar puede también estar relacionado a una sensibilidad estomática menor al déficit de presión de vapor entre la hoja y el aire, permitiendo que la continuidad de la pérdida de agua continúe incluso en las horas más calurosas del día (Costa Neto et al., 2017).

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo

La especie *P. cincinnata* es un frutal tropical que necesita de temperaturas elevadas y buena disponibilidad hídrica. De una manera general, la región semiárida es propicia para el cultivo de esta especie. Las condiciones de Petrolina-PE, las temperaturas medias anuales de 26°C y las medias máximas de 31,7°C con mínimas de 19,8 son adecuadas al sistema productivo de *P. cincinnata*, debiéndose evitar temperaturas por debajo de los 15°C.



Con relación a los diferentes tipos de suelos para el cultivo de esta especie, se debe evitar los suelos que puedan tener riesgos de inundación, y preferir suelos más profundos y de buen drenaje. En la colecta original de las accesiones que componen el Banco de Germoplasma de Embrapa Semiárido, fue colectado también el suelo asociado a 32 puntos de ocurrencia espontánea de la especie. Se observa en la tabla 1, que la ocurrencia espontánea de *P. cincinnata* está asociada a los más variados tipos de suelo.

**Tabla 1.** características químicas y físicas de capas de 0-20 cm de suelo en las localidades de colecta de las accesiones de *P. cincinnata*. Petrolina-PE 2005.

Accesos	M.O.	pH	C.E	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	Arena	Limo	Arcilla
	g/kg	1:2,5	dS/m	mg/dm <sup>3</sup>	-----Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----						%		
1-A0423	52,96	4,1	0,50	4	0,06	0,5	0,2	0,01	1,05	8,91	73	1	26
2-A0424	52,96	4,1	0,50	4	0,06	0,5	0,2	0,01	1,05	8,91	73	1	26
3-A0425	11,07	5,4	0,05	4	0,10	1,9	0,7	0,01	0,10	2,31	90	3	7
4-A0429	11,89	5,8	0,06	3	0,19	1,5	0,5	0,01	0,05	2,14	78	39	14
5-A0526	8,38	5,5	0,13	5	0,32	1,9	1,3	0,01	0,05	2,31	67	20	13
6-A0527	7,65	6,3	0,07	3	0,22	3,4	0,9	0,02	0,05	0,82	74	19	7
7-B0451	7,86	4,7	0,02	3	0,06	0,6	0,1	0,01	0,20	2,14	94	4	2
8-B0453	10,24	4,6	0,11	5	0,20	0,7	0,5	0,01	0,20	3,13	82	2	16
9-B0549	10,55	4,8	0,07	3	0,34	1,6	0,7	0,01	0,10	2,64	79	6	15
10-C0701	22,5	6,4	0,178	6	0,65	3,1	0,8	0,02	0,05	1,48	83	12	5
11-C0702	10,03	5,0	0,12	2	0,37	1,1	0,8	0,01	0,15	2,80	73	16	11
12-C0703	5,27	5,3	0,15	1	0,24	1,5	1,3	0,02	0,10	1,98	44	17	39
13-C0704	24,82	4,3	0,21	3	0,12	0,7	0,2	0,01	0,65	4,78	75	6	19
14-C0705	25,44	5,8	0,10	8	0,30	3,2	0,7	0,02	0,05	2,31	69	29	2
15-C0706	22,76	4,8	0,20	1	0,23	1,3	0,8	0,01	0,20	3,46	68	1	31
16-C0707	9,41	4,8	0,08	2	0,12	1,0	0,7	0,01	0,25	3,13	72	5	23
17-D0541	7,65	5,2	0,10	2	0,25	1,3	0,5	0,03	0,15	1,81	87	4	9
18-D0542	7,65	5,2	0,10	2	0,25	1,3	0,5	0,03	0,15	1,81	87	4	9
19-E0514	11,27	4,6	0,51	4	0,60	1,0	0,5	0,01	0,30	2,64	79	8	13
20-E0515	6,62	5,1	0,13	8	0,24	1,3	0,6	0,01	0,10	1,65	84	7	9
21-F1339	12,20	7,8	0,31	11	0,35	9,3	1,3	0,05	0,00	0,00	49	17	34
22-F2216	6,62	5,6	0,14	9	0,35	1,6	0,4	0,01	0,05	0,99	79	17	4
23-F2219	7,34	5,6	0,13	3	0,27	1,6	0,5	0,01	0,05	1,32	72	11	17
24-F2220	7,34	5,6	0,13	3	0,27	1,6	0,5	0,01	0,05	1,32	72	11	17
25-F2331	6,92	5,5	0,21	9	0,29	2,0	0,6	0,02	0,05	1,32	88	9	3
26-F2333	9,21	5,7	0,11	4	0,39	2,7	0,8	0,01	0,05	1,81	73	7	20

Continuará...

**Tabla 1.** Continuación.

Accesos	M.O.	pH	C.E	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	Arena	Limo	Arcilla
	g/kg	1:2,5	dS/m	mg/dm <sup>3</sup>	-----Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----						%		
27-F2334	9,21	5,7	0,11	4	0,39	2,7	0,8	0,01	0,05	1,81	73	7	20
28-F2628	13,24	4,4	0,14	4	0,17	0,9	0,7	0,01	0,70	4,78	50	10	19
29-J0810	57,51	7,8	0,29	23	1,00	34,2	2,0	0,05	0,00	0,00	39	26	35
30-J0812	14,38	7,8	0,21	1	0,29	42,5	3,1	0,07	0,00	0,00	28	24	48
31-T0321	10,14	5,5	0,10	4	0,21	1,8	0,5	0,01	0,05	1,98	75	8	17
32-T0336	10,03	4,8	0,14	1	0,30	0,6	0,6	0,02	0,55	3,30	80	6	14

Laboratório de suelos de Embrapa Semi-Árido; <sup>1</sup>P, K e Na: Extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: Extrator KCl 1 mol L; Areia, silte, argila: método da pipeta.

## Cultivares disponibles

El primer cultivar de la especie *P. cincinnata* BRS Sertão Forte fue lanzada en 2016 y está registrada en el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento, Registro Nacional de Cultivares N° 34466 (MAPA, 2015). con el lanzamiento del cultivar y los debidos ajustes en el sistema de producción de *P. cincinnata*, su explotación económica va a ser ampliada en el Semiárido y Cerrado Brasileiro, lo que va a impactar positivamente en el aumento del cultivo de esta especie a escala comercial.

El cultivar de maracuyá silvestre BRS Sertão Forte (BRS SF) fue obtenido por investigaciones desarrolladas en Embrapa Semiárido (Petrolina, PE) en alianza con Embrapa Cerrados (Planaltina, DF), resultante de un proceso de selección masal de una población de accesiones silvestres de la especie *P. cincinnata*, proveniente de diferentes orígenes, apuntando principalmente, al aumento de la productividad y del tamaño del fruto.

Se trata de un cultivar obtenido por cruzamientos interespecíficos entre las progenies CPEF2220 y CBAF2334 seleccionadas en un conjunto de accesiones y poblaciones de *P. cincinnata* del banco de germoplasma de Embrapa Semiárido (Araujo et al., 2016).

## Importancia del cultivo y principales manejos culturales

Dependiendo de la conveniencia del productor, la implementación del cultivo podrá ser hecha en el sistema de conducción de espaldera o emparrado (Figura 6).



Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 6.** Sistema de conducción de maracuyá BRS Sertão Forte en espaldera (A) y emparrado-Parra (B).

En la espaldera vertical, el espaciamiento usado puede ser de 2 m entre las hileras y 3m entre hoyos, rectangulares (50 x 30 x 30 cm) con dos plantas en un microaspersor por hoyo, conforme se ilustra en la Figura 7. Vale resaltar que ajustes en el espaciamiento y la selección del tipo de espaldera deben ser realizados de acuerdo con la realidad del agricultor. El espacio adoptado entre las hileras debe se considerar el tipo de cultivo a ser intercalado, o sistema de conducción (espaldera vertical o emparrado horizontal), bien como el porte de las máquinas y equipamientos usados.



Foto: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 7.** *Passiflora cincinnata* cultivar BRS Sertão Forte cultivada en espaciamiento de 2 m entre hileras y 3 m entre plantas con dos plantas por sitio de siembra (hoyo).



Sistemas alternativos de cultivo pueden ser adaptados en regiones con limitaciones de agua, donde se practica agricultura de secano con bajo uso tecnológico. Entretanto, cuando se desea obtener productividades máximas, las fertilizaciones deben ser realizadas periódicamente y siguiendo las recomendaciones para el maracuyá ácido indicadas por Resende et al (2008). Las podas de formación en el sistema de espaldera (Figura 6a) debe ser realizadas conforme a la conducción en los alambres, y, en el final de la cosecha, se debe hacer una poda drástica para reiniciar una nueva producción.

## Riego

*Passiflora cincinnata* responde bien a la irrigación que puede ser vía goteo o microaspersión. En el caso de la microaspersión se recomienda retirar la “bailarina” del microaspersor para mejorar el bulbo de humedad alrededor de las plantas y disminuir la incidencia de hierbas dañinas próximas a los hoyos. En las condiciones de Petrolina, PE, son utilizados 10 litros de agua/planta/día, durante el crecimiento de las plantas, aumentando a 24 litros/planta/día durante la fase de producción.

## Plagas y enfermedades

La especie de *P. cincinnata* es rústica y presenta niveles de tolerancia a *Fusarium* spp. superiores a los de los cultivares de maracuyá ácido disponibles en el mercado. Con relación a las virosis y otras enfermedades de la parte aérea, se debe observar el comportamiento semejante al de los cultivares comerciales.

En condiciones de desequilibrio en el ambiente, notablemente relacionadas a la escasez de lluvias asociadas con altas temperaturas en la región, han sido observados el ataque de orugas, que se alimentan de hojas, como por ejemplo *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae) (Figura 8). El escarabajo amarillo *Parchicola* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) atacó a la planta en la fase juvenil desde las plántulas hasta las plantas en producción en campo. La broca *Philonis* sp. (Coleoptera: Curculionidae) ha atacado las plantas en la fase productiva, llevando a la muerte por la interrupción del flujo de savia en la planta (Figura 8).



Fotos: Francisco Pinheiro de Araújo

**Figura 8.** Plantas de *Passiflora cincinnata* atacadas por orugas (A) y broca de barra (B).

## Cosecha y agregación de valor

Los frutos incluso ya maduros no se desprenden de la planta y presentan coloración verde-amarilla. En promedio, desde la siembra hasta la cosecha hay una variación de 180 a 212 días. Después de la cosecha, los frutos deben ser mantenidos en lugares aireados y en temperatura ambiente, donde pueden permanecer por más de 30 días sin perjuicios para las características organolépticas.

La estrategia de agregación de valor a los frutos de BRS Sertão Forte para el fortalecimiento de las bases económicas de la agricultura familiar en el semiárido del nordeste es una alternativa para la complementación de la renta y diversificación de los productos (Figura 9).

De acuerdo con Torrezan et al., (2016) existe viabilidad técnica de uso de *P. cincinnata* (BRS Sertão Forte) en la preparación de salsa de tipo “salsa picante”, que es un producto de origen indígena, preparado con especias, vinagre, frutas y vegetales. Para Rybka et al., (2016) la jalea-gelatina de BRS Sertão Forte posee características deseadas para ese tipo de producto, y de fácil elaboración, de bajo costo, y fácilmente comercializada por agricultores familiares.

Formulaciones de dulces con el cultivar BRS Sertão Forte y otras frutas vienen siendo elaboradas y poseen buen potencial para la comercialización (Rybka e Freitas, 2014).

La diversificación de los productos es relatada por Carvalho et al., (2014) que menciona la fruta estructurada como un producto bien establecido en el mercado norteamericano, y relata que el Brasil presenta un amplio y promisorio mercado a ser ex-

plorado por la riqueza de sabores encontrados en las frutas tropicales. Estos autores concluyen que la estructura mixta de Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) y maracuyá de Caatinga permite la obtención de un producto con buena calidad nutricional y sensorial, pudiendo ser ampliamente utilizado en la forma de bocadillos ligeros.

Otros productos extraídos de las semillas de maracuyá de Caatinga son relatados por Araujo et al., (2010) en función del elevado contenido de proteínas ( $9,3 \text{ mg g}^{-1}$ ) y el significativo contenido de lípidos (24%) en la semilla.



Fotos: Francisco Pinheiro de Araujo

**Figura 9.** Frutos de *Passiflora cincinnata* cv. BRS Sertão Forte y productos procesados para agregación de valor.



## Bibliografia citada

ARAÚJO, A. J. de B. *et al.*, Caracterização físico-química da semente de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 22., 2010, Salvador. **Ciência e tecnologia de alimentos: potencialidades, desafios e inovações**. Campinas: SBCTA, 2010. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, F. P. de; SILVA, N. da; QUEIROZ, M. A. Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* Mast. com base em descritores morfoagronômicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 723-730, 2008.

ARAÚJO, F. P. de; MELO, N. F. de; FALEIRO, F. G. **Cultivar de maracujazeiro silvestre (*Passiflora cincinnata* Mast.) para a Caatinga e para o Cerrado BRS SF**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. Np. 1 Folder.

ARAÚJO, F. P. **Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no Semiárido brasileiro**. 94 p. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Botucatu, SP, Brasil, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares - RNC**. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 1 jun. 2017.

CARVALHO, A. V. *et al.*, **Fruta estruturada mista de umbu e maracujá-do-mato**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 248).

CERVI, A. C. **Passifloraceae do Brasil. estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora***. Madrid: Fontqueira XLV, 1997. 92 p.

COSTA NETO, B. P. *et al.*, Comportamento ecofisiológico de *Passiflora cincinnata* e seu desempenho como porta-enxerto de *Passiflora edulis* sob déficit hídrico. **Anais da XII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, Petrolina, PE, 2017.

FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de *Passiflora*. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 2, p. 41-50.

GONZÁLEZ, A. M. **Biologia floral e caracterização físico-química dos frutos de dois acessos de *Passiflora cincinnata* Mast**. 80 f. 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

JESUS, O.N. *et al.*, **Manual prático para a aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 35p. (no prelo).

JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.*, Potencial de espécies silvestre de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 4, p. 81-108.

KILL, L. H. *Pet al.*, Biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na região de Petrolina (Pernambuco, Brazil). **Oecologia Australis**, [Rio de Janeiro], v. 14, n. 1, p. 115-127, 2010.

KILLIP, E. P. The American species of Passifloraceae. **Field Museum of Natural History, Botanical Series**, Chicago, v. 19, p. 1-613, 1938.

MELETTI, L. M. M. *et al.*, Caracterização de germoplasma de *Passiflora* L.: *Passiflora amethystina* e *Passiflora cincinnata*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Resumos**. Campinas: IAC, 1997. p. 73-74.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. de. A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus – Série Ciências Biológicas**, v. 1, n. 1. p. 33- 46, 2001.

RESENDE, A.V. *et al.*, **Manejo do solo, nutrição e adubação do maracujazeiro azedo na região do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 34p. (Documentos, 223).

RYBKA, A. C. P. **Elaboração de barra de cereal sabor maracujá-do-mato**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 4 p. il. (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 163).

RYBKA, A. C. P.; FREITAS, S. T. de. **Formulações de doces com banana Pacovan e maracujá-do-mato**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 15 p. il. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 116).

TORREZAN, R. *et al.*, Desenvolvimento de molho chutney de maracujá da Caatinga e mamão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25.; CIGR SESSION 6 INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIUM, 10., 2016, Gramado. **Alimentação: árvore que sustenta a vida - Anais...** Gramado: SBCTA Regional, 2016.







Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

## ***CAPÍTULO 10***

### **Maracuyá Suspiro: *Passiflora nitida* Kunth.**

Keize Pereira Junqueira  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Fábio Gelape Faleiro





## Importancia económica y social

La especie *Passiflora nitida* Kunth. (*P. nymphaeoides* Karst.) es conocida como maracujá-suspiro, maracujá-de-rato, maracujá-de-cheiro ou maracujá-mandarina. Otro sinónimo es maricouia, que Fouqué (1972-1974) colectó en Demerara, en la Guyana Inglesa (Souza e Meletti, 1997).

La especie es ampliamente distribuida en la Amazonía y el Cerrado brasileiro. Sus frutos son apreciados en todo el norte de América del Sur (Souza e Meletti, 1997), en la Amazonía colombiana (Oliveira e Ruggiero, 1998), en los estados brasileiros de Minas Gerais, Bahía, Piauí y en toda la región Norte y Centro-Oeste (Junqueira et al., 2017), donde la especie es cultivada en pequeña escala en patios traseros o, en la gran mayoría de las veces, explotado de manera extractiva. Sus frutos pueden ser encontrados en ferias y plazas de mercado municipales y presentan gran diversidad de tamaños, conforme a su procedencia. Los frutos de *P. nitida* originarios de la Amazonía brasileira son menores en tamaño y con menor rendimiento de pulpa (Junqueira, 2006; Junqueira et al., 2017), en tanto que aquellos colectados en el Cerrado Brasileiro son hasta 4 veces mayores y más pesados.

*P. nitida* también posee potencial ornamental en virtud de la belleza y perfume de sus flores, que tienen durabilidad relativamente mayor que la mayoría de las especies de *Pasisflora*. Además de esto, sus tallos, por ser largo, flexible y resistente a la ruptura, puede ser utilizado para artesanías y amarre de cercas en general (Junqueira et al., 2017).

En función de su alta resistencia a patógenos del suelo, la especie *P. nitida* también ha sido indicada como portainjerto para el maracuyá ácido comercial (*P. edulis* Sims f. *flavicarpa*) (Junqueira et al., 2017; Machado et al., 2015; Menezes et al., 1994, Oliveira et al., 1994). Es importante resaltar, entretanto, que la procedencia de las accesiones utilizadas puede influenciar en el nivel de resistencia y en la tasa de pegamento, teniendo en cuenta la variabilidad con base en características morfológicas, conductuales y genéticas distintas entre las diferentes accesiones de *P. nitida* (Junqueira, 2006). Como ejemplo, Menezes et al., (1994) verificaron solamente el 18,7% de pegamento (unión) del injerto en *P. nitida* (accesión no referenciada), en tanto que Chaves et al., (2004), injertando el maracuyá ácido (*P. edulis* "flavicarpa") en *P. nitida* procedente de Itiquira – MT, observó una tasa de pegamento media de 78,8%. Ya Junqueira et al., (2006) observaron que el índice de pegamento del injerto varió de 73,3 a 93,3%.

## Características Morfológicas

Pertenciente al subgénero *Passiflora* serie *Laurifoliae*, *P. nitida* es una trepadora glabra de tallos cilíndrico, sub-angular en las partes nuevas. Sus hojas son oblongo-ovaladas o ampliamente ovaladas, lustrosas, con 9 a 17 cm longitudinalmente y 6 a 10 cm transversalmente, de ápice agudo y base redondeada. Las plantas presentan



follaje muy vigoroso, incluso en el invierno, periodo en el cual las plantas resisten la sequía (Pereira, 1998). Los peciolos poseen más de 3 cm de longitud y son bi-glandulares apicalmente (Cunha et al., 2004; Souza e Meletti, 1997). El maracuyá-suspiro posee flores grandes, con 9 a 11 cm de longitud, brillantes, son sépalos oblongo-lanceolados, carnosas, verdosas externamente y pétalos oblongo-lanceolados, blancos internamente y externamente (Figura 1).



Fotos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

**Figura 1.** Aspecto morfológico de las flores de *P. nitida*.

Las flores de *P. nitida* abren en el periodo de la mañana y no presentan diferencias en las curvaturas de los estigmas, como ocurre en el maracuyá ácido (Menezes, 1990). En Brasil, la floración ocurre generalmente en los meses de octubre a abril. En Perú, hay relatos de plantas que florecen siete a ocho meses después de la siembra (Pereira, 1996), al paso que, en el estado de São Paulo, en Brasil, fue relatado el inicio de la floración de plantas cerca a los 20 meses después de la siembra (Oliveira, 1996).

Las flores de maracuyá suspiro normalmente están abiertas de las 9 hasta las 20 horas y solo abren una vez. La viabilidad del polen de *P. nitida* es alta (98,1%) (Oliveira, 1996) y la tasa de fructificación por polinización natural de *P. nitida* puede variar de 72% a 94% de acuerdo al mes del año, llegando a 100% de fructificación cuando es utilizada la polinización artificial (manual) (Pereira, 1998).

La autoincompatibilidad en *P. nitida* también ya fue estudiada por Pereira (1998), que utilizó accesiones procedentes de Manaus-AM. Según la autora, cuando no hubo intervención en la polinización, no ocurrió fructificación en las flores pre-cubiertas (embolsadas). Por otro lado, cuando fue realizada la autopolinización artificial, cerca del 24% de los botones fructificaron y llegaron hasta la maduración con tamaño y características de color, sabor y forma semejantes a los frutos provenientes de la polinización cruzada. Este comportamiento sugiere que hay algún mecanismo de auto-incompatibilidad en esta especie. Otros autores (Oliveira, 1996; Menezes, 1990) también relataron una autoincompatibilidad en *P. nitida*, con tasas de cuajamiento que varían de 7,9 a 40% cuando hubo autopolinización manual. Pereira (1998) también observó la ocurrencia de diferentes grados de incompatibilidad entre plantas de *P. nitida* procedentes de

Manaus-AM, así como ocurre en las especies comerciales del género *Passiflora*. Posiblemente la autopolinización espontánea no ocurre debido a la falta de contacto entre los estigmas y las anteras.

El fruto de *P. nitida* es globoso (8 a 10 cm de longitud por 6 a 8 cm de diámetro), tipo baya, con la cáscara amarilla y anaranjada (Figura 2), arilo succulento, transparente y dulce, pero sin aroma. Las semillas son aplanadas y cordiformes (Cunha et al., 2004; Souza e Meletti, 1997). La especie de *P. nitida* posee semillas con germinación epigea y el tiempo para el inicio de esta varía de 16 a 42 días, de acuerdo con el tiempo y condiciones de almacenamiento (Pereira, 1998).



Fotos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

**Figura 2.** Fruto de *P. nitida* procedente de Manaus-AM.

En trabajos realizados en Embrapa Cerrados, se observó que las semillas almacenadas en frutos por 60 días tuvieron un periodo para la emergencia considerablemente reducido (15 días) en relación al testigo (54 días) y mayor tasa de emergencia (80,75%) y mayor velocidad de emergencia (842,25) fueron alcanzados cuando se almacenaron las semillas por 30 días en el propio fruto (Figura 3). *P. nitida* puede ser fácilmente propagada por estacas, con o sin uso de hormonas de enraizamiento.

La maduración, según Souza y Meletti (1997), ocurre entre los meses de abril y agosto. Entretanto, algunas accesiones de esa especie fructifican entre enero y febrero. La maduración ocurre cerca de 60 días después de la polinización (Menezes, 1990), más este periodo puede variar conforme a la época del año, pudiendo llegar hasta 90 días a partir de las floraciones de mayo (PEREIRA, 1998). Los frutos de *P. nitida* permanecen adheridos a las ramas incluso hasta después de su completa maduración.

La productividad y pesos medio de los frutos, entretanto, varía conforme a la procedencia de la accesión de *P. nitida* usado. Estudios mostraron que la producción media por planta puede variar de 2 a 45 Kg/planta (Pereira, 1998). El peso medio de los frutos varía entre 23,49 a 75,39 g, conforme a la procedencia del material y la época del año. (Pereira, 1998; Oliveira e Ruggiero, 1998; Junqueira, 2006).



**Figura 3.** Semillas almacenadas en frutos de *P. nitida* con el objetivo de aumentar la tasa de emergencia.

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

*Passiflora nitida* es una especie de larga distribución, desde Paraná, hasta el norte de América del Sur. Según las observaciones de Junqueira et al., (2006), *P. nitida* se encuentra en todos los estados de la región norte y centro oeste. Ejemplares de esta especie ya fueron colectados en Maranhão, Bahia, Minas Gerais y nordeste del Estado de São Paulo (Figura 4). Puede ser encontrado creciendo en capoeiras y bosques ribereños a lo largo de los cursos de agua. Hoehne (1934) relató haber encontrado ejemplares de *P. nitida* en 1912, cuando bajaron los cursos de agua en Tapajós y Jurena.

En función de la amplia distribución en el territorio brasileiro, *P. nitida* es una de las especies adaptada al clima tropical y suelos ácidos, pero debe ser cultivado en áreas que presenten periodos secos bien definidos y no estar sujetas a heladas.





**Figura 4.** Planta de *P. nitida* creciendo en estado nativo en el Cerrado del Distrito Federal.

## Variedades y cultivares disponibles

Hasta junio de 2018, no existían cultivares de *P. nitida* inscritas en el Registro Nacional de Cultivares en Brasil e incluso la especie no se encuentra inscrita en este sistema, siendo un pre-requisito para comenzar la comercialización de semillas y plántulas en el país.

Embrapa, en conjunto con otras entidades aliadas, vienen desarrollando investigaciones y dio las indicaciones para el lanzamiento de por lo menos un cultivar de *P. nitida* para uso como portainjerto de maracuyá ácido *P. edulis* Sims, pero quien también tiene aptitud para el mercado de las frutas *in natura* (fresco) y ornamental (Figura 5).

Debido a su gran potencial comercial (Oliveira e Ruggiero, 2005), esta especie viene siendo objeto de programas de investigación de mejoramiento genético en Embrapa (Faleiro et al., 2017) y selecciones altamente productivas ya han sido obtenidas (Figura 6).



Fotos: Márcio Sidnei Semprebom

**Figura 5.** Selección de *P. nitida* utilizada como porta-injerto y plántulas injertadas apuntando a la resistencia a fusariosis en Terra Nova do Norte, Mato Grosso, Brasil.



Foto: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 6.** Selección de *Passiflora nitida* obtenida por el programa de mejoramiento genético realizada en Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, Brasil.



## Plantación del cultivo y principales manejos culturales

Aún no hay orientaciones específicas para la especie *P. nitida* en cuanto a plantación y manejos del cultivo. Sin embargo, se ha observado que las plantas se comportan bien bajo el mismo manejo utilizado para el maracuyá ácido (*P. edulis* Sims), en relación a la siembra, sistema de conducción (tutorado) riego, fertilización, podas y demás manejos culturales (Figura 7).



Foto: Carlos Antônio Távora de Araújo

**Figura 7.** Cultivo de *Passiflora nitida* en espaldera, Terra Nova do Norte, Mato Grosso, Brasil.



Atención especial deber ser direccionada en relación a la edad de las plántulas para la siembra. Teniendo en cuenta que *Passiflora nitida* es altamente susceptible al virus del endurecimiento del fruto, recomendando el uso de la tecnología de plantas de tipo “plantón” (plantas con más de 90 cm de altura) ya que presentan menor tasa de mortalidad en campo, menor tiempo de exposición y mayor tolerancia a plagas y enfermedades principalmente en las fases más vulnerables de crecimiento, mayor precocidad y mayor productividad principalmente en áreas donde mayor presencia de plagas y enfermedades. Debido a la dificultad de transporte de las plantas de este tamaño, se recomienda que el productor tenga un área protegida donde pueda tutorar y mantener las plantas pequeñas hasta que alcancen por lo menos 90 cm (Junqueira et al., 2014).

## Principales enfermedades e insectos plaga

La especie *P. nitida* es resistente a los patógenos del suelo, a las enfermedades foliares por hongos y bacterias y a la mayoría de las plagas, más es susceptible a virus del endurecimiento de los frutos y al perforador (broca) de las raíces y tallos (*Philonis passiflorae*) (Junqueira et al., 2010; Junqueira et al., 2017). Otros autores (Pereira, 1998; Oliveira e Ruggiero, 1998) también relatan la presencia de verrugosis (roña) en los frutos de *P. nitida*.

En *P. nitida*, el virus de endurecimiento de los frutos provoca síntomas de mosaico en las hojas, amarillamiento entre las nervaduras, rugosidades, marchitamiento de las hojas y reducción en el crecimiento de las plantas. Los frutos enfermos se presentan más pequeños, deformados y con manchas corticosas de forma irregular que, en algunos casos, se extienden por toda su superficie, pudiendo ser confundidas con los síntomas causados por ácaros (Moraes, 2002). Se deben adoptar cuidados especiales en cuanto al uso de tijeras de podas y otras herramientas, que, al estar contaminadas, pueden diseminar el virus. También es importante resaltar que esa enfermedad puede ser transmitida inclusive entre especies diferentes de maracuyá (Pasifloras).

### **Cosecha y poscosecha**

Los frutos de *P. nitida* deben ser cosechados cuando el ápice del fruto esté amarillo con el uso de una tijera, teniendo en cuenta que estos continúan prendidos a la planta cuando alcanzan la maduración, de la misma forma de ocurre con el maracuyá dulce (*P. alata* Curtis). La cáscara de los frutos de *P. nitida* se rompe fácilmente con la presión de los dedos y puede ser retirada de la misma forma que se descascara una mandarina. De allí la denominación de “maracuyá-mandarina”. Según Pereira (1998), los frutos de *P. nitida* pueden permanecer maduros y prendidos a la planta por hasta 4 meses, manteniendo condiciones adecuadas para el consumo.

Para la comercialización, los frutos deben estar libres de manchas, daños provocados por insectos y, preferencialmente, presentar uniformidad de tamaño. Presentar buena conservación en refrigerador, dentro de recipientes de plástico (Oliveira e Ruggiero, 1998).

## Vias de comercialización y agregación de valor

Los frutos de *P. nitida* poseen un gran potencial para el aprovechamiento comercial direccionado a nichos de mercado. Algunas accesiones de *P. nitida* nativas del Cerrado Brasileiro producen frutos de cáscara más fina, periformes y de tamaño un poco menor que los de *P. alata* comercial. Por tratarse de una especie rústica y con relativa resistencia a enfermedades, se tiende a adaptar muy bien a los cultivos orgánicos. Entretanto, por tratarse de un fruto desconocido de los grandes centros de consumidores, acciones de investigación del mercado son importantes para garantizar agregación de valor al producto, inclusive explorando el atractivo social y la apreciación del producto a nivel regional.

Otro público objetivo para esta especie son los viveristas que producen plántulas de maracujá ácido (amarillo), teniendo en cuenta el potencial ya identificado de algunas accesiones como portainjerto. Este uso es importante principalmente para regiones en donde las enfermedades de suelo han limitado el cultivo de maracujá amarillo.

## Bibliografía citada

CHAVES, R.C. *et al.*, Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP. v. 26, n. 1, p. 120–123, 2004.

CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V.; FARIA, G.A. Botânica. *In*: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P. (ed.). **Maracujá: Produção e Qualidade na Passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p.15-35.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase III: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 171 p. (Documentos, n. 324).

HOEHNE, F.C. **Botânica e agricultura no Brasil (Século XVI)**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, Brasileira v.71, 5ª Série, 1937. 410 p.

JUNQUEIRA, K.P. **Características físico-químicas de frutos e variabilidade genética de Passiflora nitida Kunth. por meio de RAPD**. 2006. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

JUNQUEIRA, N.T.V. *et al.*, 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 – SP. v. 28, n. 1, p. 97-100, 2006.

JUNQUEIRA, N.T.V. *et al.*, Outras espécies de maracujazeiro com potencial de uso para alimentação, ornamentação e artesanatos. *In*: JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (ed.). **Maracujá do cultivo à comercialização**. Brasília-DF: Embrapa, 2017. p. 81-99.

JUNQUEIRA, N.T.V. *et al.*, Custo e estimativa de produtividade obtidos a partir de mudas de maracujazeiro-azedo tipo 'mudão' com diferentes idades. *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 23, Cuiabá-MT, 2014.

MACHADO, C.F. *et al.*, **A enxertia do maracujazeiro**: técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 15 p. (Circular Técnica, n. 116).

MENEZES, J.M.T. *et al.*, Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à "morte prematura de plantas". **Científica**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 95-104, 1994.

MENEZES, J.M.T. *et al.*, A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à "morte prematura de plantas". **Científica**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 95-104, 1994.

MORAES, M.C. *et al.*, Susceptibilidade de *Passiflora nitida* ao Passion fruit woodiness virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p.108-108, 2002.

OLIVEIRA, A.M.A. **Reprodução e citogenética de espécies de Passiflora**. São José do Rio Preto, 1996. 148p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP, 1996.

OLIVEIRA, J. C. de. *et al.*, Avaliação de Passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 13, 1994, Salvador, BA. Anais. v.3. Salvador, BA: SBF, 1994. p. 827. (Resumo 347).

OLIVEIRA, J.C. de; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. *In*: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO**, 5, 1998, Jaboticabal, SP. Anais. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1998. p. 291-310.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. *In*: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (ed.) **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-158.

PEREIRA, M.C.N. Fenologia, Produção e Conservação de Frutos de *Passiflora nitida* H.B.K. nas condições de Jaboticabal – SP. 1998. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal, 1998.

SOUZA, J.S.I.; MELETTI, L.M.M. **Maracujá**: espécies, variedades, cultivo. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.





Foto: Nilton Junqueira

## ***CAPÍTULO 11***

### ***Passiflora incarnata* L. y otras especies silvestres con potencial fitoterápico**

Ana Maria Costa  
Edna Tomiko Myiake Kato  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Elfriede Marianne Bacchi



## Introducción

El género *Passiflora* presenta más de 520 especies, de estas aproximadamente el 96% están distribuidas en las Américas, aunque existen relatos de especies originarias de la India, China, Sudeste asiático, Australia e Islas del Pacífico (Cerqueira-Silva, et al., 2014). Gran parte de las especies del género *Passiflora* poseen relatos de uso fitoterápico y/o funcional asociado al aprovechamiento de las hojas, raíces, pulpa, cáscara y semillas, además del cultivo como ornamental debido a las flores decorativas (Dhawan et al., 2004; Madalena, et al, 2013; Costa, 2017, Costa, 2018). Dentro de ellas, existen las especies silvestres, sin cadena de producción establecida, más se utiliza por parte de las poblaciones locales, como es el caso de *Passiflora tenuifila* en Brasil, y de *Passiflora biflora* en Guatemala (Madalena et al., 2013, Ortiz, 2012, Geovannini; Howes, 2017). Otra especie en inicio de estructuración de cadena de producción es la *Passiflora setacea*. También hay en Brasil las cadenas estructuradas con productos fitoetápicos en comercialización, un ejemplo es el de la *Passiflora incarnata* L, de la *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora edulis* Sims y *Passiflora caerulea* L.

Las especies de *P. biflora*, *P. tenuifila*, *P. incarnata* y *P. caerulea* son encontradas en su forma silvestre en Brasil, entretanto, no poseen variedades comerciales lanzadas en el país. Estas especies integran el programa de mejoramiento genético de maracuyás (Pasifloras) de Embrapa como fuente de genes para el maracuyá ácido comercial (*P. edulis* Sims) en el desarrollo de nuevas variedades para uso diversificado (funcional, medicinal y cosmético).

## *Passiflora incarnata*

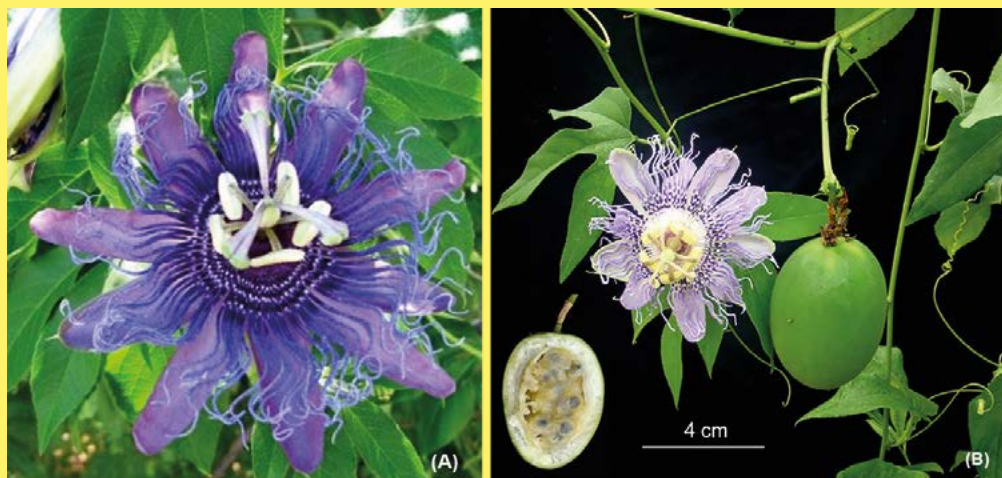
*Passiflora incarnata* L. (Figura 1), conocida popularmente por “Flor de la pasión” es una especie vegetal perteneciente al género *Passiflora*, de la familiar Passifloraceae, del orden Malpighiales.

La especie es nativa de América del Norte, particularmente de las regiones templadas del sudeste de los Estados Unidos de América Central, presentando dispersión en las regiones tropicales de América del Sur (Howell, 1976; Fiallo et al., 2000; Bruckner, Picanço, 2001).

Hallazgos arqueológicos en el sudeste americano de los Estados Unidos indican que el uso de *Passiflora incarnata* en las Américas es muy antiguo y data de 3.500 a 800 años AC (McGuire, 1999).

La especie fue descrita en 1569 por Nicolae Monardes, siendo el primer registro de la familia Passifloraceae. Los primeros ejemplares fueron introducidos a Europa en los años 1605, donde las piezas florales de *P. incarnata* fueron enviadas al Papa Pablo V, originando así el nombre latino de la planta, “flor de la pasión” (Lawinsky, 2010, Fiallo, et al., 2000).





Fotos: (A) imagens públicas da internet 2018<sup>91</sup> y (B) Nilton Junqueira

**Figura 1.** *Passiflora Incarnata* L. Flor (A)<sup>1</sup>; parte aérea con flores y detalles del fruto de planta conducida en cerca (B).

La *P. incarnata* presenta una estructura herbácea, habito de crecimiento trepador, raíces subterráneas y rizomas. Las ramas pueden llegar hasta los 10 m de extensión, que desarrollan brotes adicionales (McGuire, 1999). Las hojas son alternas, y provistas de dos estípulas inconspícuas, decíduas precoces. Los peciolo presentan hasta 8 cm de longitud, soportando dos glándulas acropetiales. Las láminas de las hojas adultas son trilobuladas, de tamaño medio (6-15 cm de longitud) en la nervadura central (Fiallo, et al., 2000; McGuire, 1999, Howell, 1976). En la base de cada hoja existen dos meristemas, donde el superior puede formar una rama, y el inferior puede dar origen a un zarcillo, o un zarcillo y una flor (McGuire, 1999). Las flores son axilares, solitarias de color blanca o lilas, de 7 a 9 cm de diámetro, brácteas oblongas, con 2 glándulas en la base, de 4 a 9 mm de longitud, blancas o lilas internamente y de color verde externamente. Filamentos de la corona en varias series, morados, con una longitud externa de 1.5 a 2 cm y una longitud interna de 2 a 4 mm (Fiallo, et al., 2000). Los cinco estambres; ovario; y tres estiletes son elevaros por el androginóforo.

Ocasionalmente, las flores presentan un número anormal de estilos o estambres; siendo más común la presencia de cuatro estilos. El color y la forma del polen pueden diferir considerablemente en una misma planta (Tonin, 2010). Las flores son hermafroditas, andromonoicas, auto-incompatibles y generalmente es polinizada por los abejorros (*Xylocopa* spp.) (McGuire, 1999, Howell, 1976).

En la maduración, la abscisión de los frutos ocurre en la región de articulación del pedúnculo, y, por tanto, las partes florales marchitas y una parte del pedúnculo permanecen en la base del fruto después de la abscisión. El fruto de *P. incarnata* es una baya

<sup>1</sup> Georgia Before People. Gulf Fritillary and Passion Flower Vine. 21 ago. 2018. Disponible em: [https://www.google.com/search?client=firefox-b-ab&biw=1920&bih=947&tbm=isch&sa=1&ei=NMUHXOzvF4WqWAS7\\_pqACA&q=-passiflora+incarnata&oq=passiflora+incarnata&gs\\_l=img.3..010.1600866.1602268..1604466..0.0..0.261.1363.0j7j2.....0....1..gws-wiz-img.8hCY0aln6Rk#imgrc=QnppeBWzG5iGXmM:](https://www.google.com/search?client=firefox-b-ab&biw=1920&bih=947&tbm=isch&sa=1&ei=NMUHXOzvF4WqWAS7_pqACA&q=-passiflora+incarnata&oq=passiflora+incarnata&gs_l=img.3..010.1600866.1602268..1604466..0.0..0.261.1363.0j7j2.....0....1..gws-wiz-img.8hCY0aln6Rk#imgrc=QnppeBWzG5iGXmM:) Acesso em: 11 maio 2020.

amarilla, ovalada, de 3,5 a 5 cm de diámetro, con gran número de semillas, envueltas por un arilo comestible, que puede ser consumido *in natura* o usado en productos procesados (Howell, 1976, Cervi, 1979).

Además de la reproducción sexual, la *P. incarnata* también se multiplica sexualmente, por medio de rizomas, pudiendo los brotes surgir a más de 6 m de distancias del tallo principal (McGuire, 1999).

La *P. incarnata* presenta un comportamiento de especie perenne o semi-perenne, con floración y fructificación durante el periodo de la primavera u otoño en las regiones templadas del hemisferio norte. En estas regiones, la planta se seca en el periodo de frío y rebrota en la primavera, generando brotaciones, flores y frutos (Howell, 1976, McGuire, 1999). Ya en la región tropical de Cuba, la planta inicia la brotación y floración en la segunda semana de abril, y permanece con intensa floración hasta la primera semana de octubre, más difícilmente, genera frutos. Entre los meses de diciembre y marzo la especie prácticamente desaparece, permaneciendo con poca o ningún follaje (Fiallo, et al., 2000). Tal situación también es observada en Brasil, en la región del estado de São Paulo. A partir del mes de mayo, con la reducción de fotoperiodo y disminución de las temperaturas, se observa una reducción en la emisión de brotaciones, amarillamiento gradual y pérdida de hojas, llegando a la paralización del desarrollo en el periodo de invierno, lo que confiere un aspecto de secamiento del cultivo hasta el inicio de la primavera (Tonin, 2010).

### **Producción de plántulas y cultivo**

Las semillas pueden ser utilizadas en la obtención de plántulas, a pesar de la germinación irregular, como en la mayoría de las especies de pasifloras, siendo que apenas el 30 a 35%, presentan emergencia en los primeros 10 días de sembradas. Estas toleran el almacenamiento hasta por seis meses a baja temperatura (0 °C a 5 °C) y la imbibición en agua por 24 horas antes de la siembra puede promover mejores tasas de germinación (Tonin, 2010; McGuire, 1999).

La multiplicación por rizomas o por estacas caulinares también son estrategias utilizadas en la generación de plantas de *P. incarnata*. En el caso de los rizomas, las plantas son preparadas a partir de segmentos de 4 a 8 cm hasta 20 cm de longitud, las cuales se deben mantener hidratadas durante todo el proceso de alistamiento. Los segmentos deben ser germinados a una profundidad de 1 cm en temperatura ambiente entre 23 a 32°C, teniendo cuidado de mantener igualmente el suelo húmedo (McGuire, 1999, Fiallo, et al., 2000, Tonin, 2010).

A pesar que la multiplicación asexual presenta ventajas en relación a la sexual en términos de precocidad en el desarrollo y uniformidad genética, es importante recordar que las plantas madres deben ser mantenidas en condiciones libres de virus, para evitar que las plantas vayan al campo ya contaminadas.

Las plántulas son llevadas para la siembra en el lugar definitivo con aproximadamente 15 a 20 cm de altura, lo que es obtenido después de cerca de 2 meses de la germinación (Fiallo, et al., 2000).

La siembra puede ser hecha por medio de surco, con surcador regulado para una profundidad de 50 cm, como en el cultivo de maracuyá ácido, con espaciamento entre líneas de 0,9 m y de 2 m entre plantas. Sin embargo, no existen informaciones técnicas validadas para el cultivo de la especie en Brasil. Como consecuencia, es común encontrar plantaciones con diferentes espaciamentos entre líneas (de 0,6 a 0,9 m) y entre plantas (0,3 a 0,5 m), siendo el criterio de selección basado en la disponibilidad de plántulas y las capacidades de las plántulas para promover una rápida cobertura del suelo. La *P. incarnata* presenta buena capacidad de ocupar el área de producción en virtud de la emisión de rizomas, entretanto, hasta que el cultivo cierre, el deshierbe es necesario, no debiendo utilizar herbicidas (Tonin, 2010).

Contrariamente a los cultivos para la producción de frutos, las plantas para la finalidad medicinal no son tutoradas, lo que reduce el costo de establecimiento del área de producción (Fiallo, et al., 2000; Tonin, 2010).

Recomendaciones de encalado y fertilización para *Passiflora edulis* Sims o *Passiflora alata* Curtis han sido usadas en el cultivo de *P. incarnata*. Los productores consultados por Tonin (2010) relatan que la *P. incarnata* presenta una alta respuesta a la fertilización fosfatada, que acelera el crecimiento y emisión de brotes. Mayores dosis de potasio resultan en plantas con aspecto más saludable y vigoroso. Y fertilizaciones con estiércol descompuesto a cada 50 o 60 días, en el rango de 3 a 5 L/m<sup>2</sup> favorecen el aumento de la masa vegetal, promueven hojas mayores, plantas más altas y con coloración verde más intenso. Entretanto, las observaciones todavía no son corroboradas por estudios científicos (Tonin, 2010).

### **Cosecha y poscosecha**

La cosecha de material verde de *P. incarnata* para la industria se realiza con una planta de edad de 90 a 100 días. En esta situación, el cultivo se encuentra totalmente cerrado y las plantas con una altura de 0,6 a 0,9 m. La cosecha puede ser manual o mecanizada, siendo la manual más común en virtud de no existir equipamientos apropiados para la mecanización. El corte de la planta se da con un azadón bien afilado justo por encima del suelo (3 a 4 cm), siendo aprovechadas las varas (tallos) y hojas en la comercialización. La cosecha en el primer año puede ser repetida hasta dos veces. A partir del segundo año es posible realizar entre 3 a 4 cosechas por año, conforme a la condición climática de la localidad y los cuidados del cultivo (Tonin, 2010).

Para la obtención de materia prima de calidad, el material fresco debe ser deshidratado en un secador inmediatamente después de la cosecha, de forma que se evite la contaminación con microorganismos, lo que podría afectar la calidad del producto. Para el mantenimiento de los contenidos de los bioactivos, se recomienda no exponer el material al sol por un tiempo prolongado (Tonin, 2010).



Después de la limpieza de las hojas y ramas, el material es acondicionado en el secador para la deshidratación. El tiempo de secado varía de acuerdo con el tipo de equipo utilizado, humedad inicial del material, disposición del material en el secador, flujo de aire de la ventilación forzada, capacidad de salida del aire húmedo de adentro de la cámara, entre otros factores. El final del proceso está controlado por el contenido de humedad en la materia seca, que debe estar entre 10 y 15%. Según Tonin (2010) el rendimiento del proceso está en un 25%, o sea, cuatro kilogramos de material fresco rinde un kilogramo de materia seca.

El producto deshidratado es embalado en sacos de rafia (fibra), siendo almacenados en lugares secos, aireados e higiénicos, para evitar la contaminación con polvo y hongos, siendo recomendado el envío para la industria en el menor espacio de tiempo posible.

### **Fitocomposición y propiedades medicinales**

Las categorías químicas encontradas en la *P. incarnata* relacionadas al efecto biológico son los compuestos fenólicos, particularmente los del grupo de los flavonoides, habiendo sido descrita la presencia de apigenina, luteolina, quercetina, canferol, vitexina, isovitexina, orientina, isoorientina, schaftosideo, isoschaftosídeo, isovitexina-2"-O- $\beta$ -glicopiranosideo, isoorientina-2-O- $\beta$ -xilo-piranosideo, 2-glucosilapigenina, isoscoparina-2"-O-glucosídeo, 2"-O-glucosil-6-C-glucosilapigenina, 6- $\beta$ -D-glucopiranosil-8- $\beta$ -D-ribopiranosilapigenina y svertisina (Dhawan et al., 2004). En el período pré-floración y floración los niveles de los flavonoides están más elevados en las hojas, con mayores concentraciones de isovitexina (Menghini et al., 1993).

Los alcaloides harmana, harmol, harmalol, harmina y harmalina también están relacionados con las propiedades biológicas y son encontrados en la parte aérea de *P. incarnata* (Dhawan et al., 2004). Entretanto, como son considerados tóxicos, existe restricción de consumo (Sammi et al., 2018).

Otros compuestos también fueron descritos para la especie como los derivados del maltol, carbohidratos del tipo rafinosa, sacarosa, D-frutose y D- glicose, aceites esenciales conteniendo Hexanol, alcohol benzílico, linalol, alcohol feniletílico, éster metílico de ácido 2-*hidroxibenzóico*, carvona, *trans*-anetol, eugenol, isoeugenol,  $\beta$ -ionona,  $\alpha$ -bergamotol, e fitol (Dhawan et al., 2004).

Desde la época de la colonización de las Américas, *P. incarnata* es conocida por los europeos por las propiedades calmantes de las hojas, ramas, flores y raíces. Y actualmente, hace parte de diversos compendios de Fitoterapia como la Farcopedia Alemana, Británica, Egipcia, Europea, Portuguesa, Suiza y Francesa; Monografías de la *European Scientific Cooperative on Phytotherapy* (ESCOP), Monografías de la Agencia Europea de Medicamentos (EMA), Farmacopedia Homeopática Alemana, Farmacopedia de Egipto, Farmacopedia Homeopática de Estados Unidos de América y en el formulario de farmacopedia Brasileira, siendo una planta de consumo mundial (Fiallo, et al., 2000, Dhawan et al., 2004, Pereira, 2014, Brasil, 2018). Los medicamentos fitoterápi-

cos comercializados en Brasil emplean principalmente los extractos estandarizados de los órganos aéreos de esta planta, además de otras especies de *Passiflora*, utilizadas por la población de país, que figuran en la farmacopeia Brasileira. Tal hecho puede ser relacionado a la disponibilidad de los extractos estandarizados, su calidad y a los estudios científicos de eficacia y seguridad de esta especie utilizadas mundialmente.

Las propiedades terapéuticas de la *P. incarnata* han sido asociadas a los tratamientos de la ansiedad, incluyendo la ansiedad pre-operatoria, del insomnio y disturbios de sueño, del síndrome de abstinencia, de los síntomas de la menopausia, de la tos y en los disturbios de la hiperactividad (DH) y el déficit de atención (DA) (Pereira, 2014). Tiene, como indicaciones terapéuticas, el tratamiento de la ansiedad, insomnio, irritabilidad, trastornos nerviosos y manifestaciones psicósomáticas. Es usada en el tratamiento de síntomas de alcoholismo y en el tratamiento de la migraña, debido a sus propiedades sedativas. La *P. incarnata* demostró, también, tener efectos hipolipidémicos, anti-hiperglicémicos y anti-asmático (Pereira, 2014). Se verificó, también, que los extractos de *P. incarnata*, así como los de *P. alata*, presentan potente efecto inhibitorio para el desarrollo de células tumorales que causan la leucemia linfoblástica aguda, lo que no es observado en los extractos de *P. caerulea* (OZAROWSKI, et al., 2018).

Diversos ensayos indican que el efecto biológico proviene de la acción sinérgica de los fitoquímicos encontrados (Dhawan et al., 2004; Pereira, 2014). Según la Farmacopeia Portuguesa 8, pueden ser utilizados en la elaboración de los extractos las raíces, tallos jóvenes y las partes aéreas trituradas. Según la monografía de la Farmacopeia Portuguesa, el extracto seco de *Passiflora* es obtenido empleando la mezcla de V/V y acetona). La pérdida por secado no debe ser superior al 5%. Al final del proceso, el extracto seco deberá contener, mínimo, 2,0% de flavonoides totales expresados en (Pereira, 2014).

Lo dicho respecto a la toxicidad de la *P. incarnata*, la planta puede estar asociada a la rinitis y asma mediada por la IgE. O su consumo es contraindicado durante el embarazo, una vez que puede inducir contracciones urinarias. Los casos de hipersensibilidad verificados con la planta son raros. No ha sido reportada ninguna situación de sobredosis en humanos. La Agencia Americana - *Food and Drug Administration* – clasifica el extracto de la planta siendo “generalmente reconocido como seguro” (Costa y Tupinambá, 2005; Pereira, 2014).

### **Producción de *Passiflora incarnata* en Brasil**

Hasta la fecha existe carencia de informaciones técnicas para ayudar la producción comercial de *P. incarnata* en Brasil, estando la producción restringida a pequeñas áreas localizadas en la región Sudeste y Sur del país. Según TONIN (2010) los productores de *P. incarnata* del interior del estado de São Paulo, localizados en los municipios como Botucatu, Pratânia, Borebi, Parapanema e Jaboticabal, ofrecen los órganos vegetales (hojas y tallos deshidratados) para la producción de extractos vegetales. Prácticamente todos los productores reciben gratuitamente el material de siembra (plántulas)

de la empresa que compra la materia prima, que a su vez establece los convenios-contractos de alianza para garantizar su mercado de proveedores. A pesar del interés de los agricultores en el cultivo de *P. incarnata*, la mayoría tiene dificultades de acceso a plántulas y semillas para iniciar sus cultivos, ya que no existen semillas comerciales en el país (Tonin, 2010).

### **Comportamiento en relación a las principales plagas y enfermedades**

Embrapa Cerrados viene trabajando con tres accesiones de *P. incarnata*, siendo un acceso donado en 1998, por la Compañía Tabacalera de Brasil, en la época, situada en el municipio de Cruz das Almas, BA, una accesión proveniente de Portugal y otro cedido por la Anidro de Brasil, con sede en Botucatu, SP. Todas las accesiones se adaptaron bien al cultivo en el Distrito Federal con irrigación, en todos se presentaron altos índices de resistencia a virosis del endurecimiento del fruto, causado por el virus Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus – CABMV y la bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), con relevancia para la accesión cedido por la Anidro de Brasil. Por otro lado, todas las accesiones se mostraron susceptibles a la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, la verrugosis en el fruto causada por *Cladosporium* sp.) y al oídio (*Oidium* sp.) en las hojas. No fueron observadas enfermedades en el sistema radicular en este periodo.

En relación a las plagas, hubo alta infestación de la broca (*Philonis passiflorae*) en todo el sistema radicular y en las ramas, llevando a la muerte de la mayoría de las plantas en campo y en casas de malla. Las plantas intentaron reaccionar emitiendo gran cantidad de brotes a partir de rizomas, lo que permitió el rescate de las accesiones. Posteriormente, las plantas brotadas que permanecieron en el campo también fueron atacadas y murieron. Otras plagas como chinches, cochinillas, gargarías, ácaros también atacaron las plantas, más fueron controlados con insecticidas y acaricidas.

### **Uso de la *P. incarnata* en el mejoramiento del maracuyá ácido (*P. edulis* Sims “flavicarpa”) como fuente de resistencia a virosis del endurecimiento de los frutos y la bacteriosis**

La virosis del endurecimiento del fruto y la bacteriosis han provocado daños expresivos en las plantaciones de maracuyá ácido comercial (*Passiflora edulis* “flavicarpa”) y maracuyá dulce (*P. alata*). De esta forma, apuntando a obtener cultivares más resistentes o tolerantes a estas enfermedades, se iniciaron trabajos de mejoramiento utilizando uno de los tres accesos de *P. incarnata* mantenidos en Embrapa Cerrados.

Fueron efectuados cruzamientos entre el acceso seleccionado de *P. incarnata* que presenta anthesis semi-matutina (mañana), con un genotipo de cultivar comercial de *P. edulis* “flavicarpa” (BRS Gigante amarelo), de anthesis vespertina (tarde), y también, con un genotipo BRS MJ, registro N 36759, de *P. edulis* “púrpura típica”, autocompatible,



de antesis matutina y frutos pequeños (35g) de cáscara púrpura oscura. La *P. incarnata* fue utilizada como genitora masculina y femenina.

Ambas especies se encuentran en alopatía, es decir, se formaron debido a aislamientos geográficos entre América del Norte y Central (áreas de dispersión de *P. incarnata*) y las regiones centro-sur de Brasil (área de dispersión de *P. edulis*). De esta forma, además de las barreras reproductivas de naturaleza geográfica que separan estas dos especies, hay otras barreras de aislamiento reproductivo, además de las diferencias en el horario de antesis.

Para confirmar esa hipótesis, plantas monoclonales de la accesión de *P. incarnata*, producidas por estaca, fueron plantadas en campo intercaladas con *P. edulis* comercial y silvestre en áreas donde había otras especies de pasifloras silvestres. Incluso conviviendo juntas lado a lado, no hubo formación de frutos con semillas en las plantas monoclonales del acceso de *P. incarnata*.

Bajo condiciones controladas (dentro de invernaderos y casas de malla anti-áfidos), utilizando la polinización artificial y considerando el horario de antesis de cada especie, fue posible obtener frutos con semillas viables en las generaciones F1 cuando *P. incarnata* fue utilizada tanto como genitor-parental masculino como femenino. Por otro lado, cuando plantas de las generaciones F1 fueron retrocruzadas con el recurrente *P. edulis* "flavicarpa" comercial, para la obtención de la generación RC1, los índices de frutos con semillas fueron muy bajos. De un total de 45 frutos obtenidos, solamente nueve produjeron una a cuatro semillas por fruto, totalizando 25 semillas, de las cuales apenas ocho germinaron y originaron plantas normales. De estas, dos fueron seleccionadas para dar continuidad a los trabajos de retrocruzamientos (RC2 a RC5) con las cultivares comerciales de la recurrente *P. edulis* "flavicarpa" y con otras especies de pasifloras.

El número de semillas por fruto aumentó de la generación RC1 para RC2 y de esta para RC3 y para RC4, más, así mismo, el número de semillas por fruto de generación RC4 todavía está muy baja cuando es comparado con el recurrente comercial. Se observó que la producción de polen de los híbridos también es baja. Resultados similares fueron obtenidos cuando se utilizaron una *P. edulis* "púrpura típica", autocompatible.

Con base en estos resultados, se concluye que hay barreras reproductivas entre la accesión de *P. incarnata* utilizada y la *P. edulis* "flavicarpa" comercial y, también, entre la *P. edulis* "púrpura típica" silvestre. Estas barreras confieren aislamiento reproductivo entre las dos especies manteniéndose como especies distintas incluso cuando ambas son cultivadas juntas en una misma área o en ambientes cerrados con el uso de polinizaciones artificiales. No fueron efectuadas estas evaluaciones con la *P. edulis* "flavicarpa" silvestre.

### **Resultados parciales del uso de *P. incarnata* en el programa de mejoramiento**

A partir de la obtención de plantas RC1, las dos plantas previamente seleccionadas fueron incluidas en el programa de cruzamientos y retrocruzamientos con otras

especies de pasifloras con potencial como fuente de resistencia a enfermedades y con algunos genotipos comerciales de *P. edulis* "flavicarpa". Como resultado de estos cruzamientos ya fue generado un híbrido ornamental registrado (BRSRP 31942) como BRS Rosa Púrpura, y varias progenies oriundas de cruzamientos con cultivares comerciales de la *P. edulis* "flavicarpa" que ya se están probando en campo. El principal problema presentado aún es la baja producción de semillas y, consecuentemente, de jugo, además de la baja producción de polen. A BRS Rosapúrpura produce gran cantidad de frutos partenocárpicos, sin semillas, mas con la polinización artificial en ambientes cerrados, fue posible producir frutos con algunas pocas semillas, lo que permitió la continuidad del programa de mejoramiento.

## *Passiflora caerulea*

*Passiflora caerulea* L. (Figura 2) es conocida popularmente como "passionaria" m-burucayá, y maracujá-do-mato, maracujá-laranja (maracuyá naranja), en virtud de la fuerte coloración de la cáscara. También es conocida como maracuyá-azul, por la tonalidad de sus flores, Siendo el nombre de la especie consecuente de esta característica ("*caerulea*" significa azul en latín). Es encontrada en la forma nativa en la América del Sur y Central, con ocurrencia en México, Bermudas, Guyana, Perú, en La Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay (Cervi, 1997, Mondin, et al., 2011).



Fotos: Nilton Junqueira

**Figura 2.** *Passiflora caerulea*. Flor (A), fruto y hojas (B) y detalle de la pulpa.

En el siglo XVII la especie brasilera *P. caerulea* fue introducido en Inglaterra para ser usada como sedante y en el control de la ansiedad. Hoy es uno de los maracuyás medicinales más difundidos en Europa y Asia juntamente con un espécimen peruano de *P. incarnata*.

Además del uso medicinal, la especie se destaca por la belleza de sus flores, siendo una planta utilizada en proyectos paisajísticos en Europa. Los frutos también presentan cualidades gastronómicas siendo utilizados en la preparación de platos dulces y salados. A pesar de ser nativa de Brasil, no existen relatos de la producción comercial de la especie, siendo relacionada como una planta alimenticia no convencional, sin cultivo establecido en Brasil (Hossel, et al., 2018, Kinupp; Lorenzi 2014).

*P. caerulea* presenta hábito de crecimiento tipo trepador, pudiendo ser encontrada en asociación a las copas de los árboles, formando grupos en campos, bordes de caminos o bordes de bosques (Cervi, 1997). La pulpa es dulce y tiene coloración roja (Reis, et al 2018). Posee tolerancia al frío, siendo capaz de sobrevivir aún en temperaturas de hasta  $-8^{\circ}\text{C}$ , situación que permitió una buena adaptación a las condiciones europeas (Irvine, M. 2010).

*P. caerulea* presenta crecimiento vigoroso, y las ramas pueden alcanzar de 2 a 4 m de longitud. El tallo es sub-angular o cilíndrico, estriado. La planta presenta estípulas foliáceas, semi-ovadas o sub-reniformes, de 1,5 a 2 cm x 5-10 mm, insertadas lateralmente en el tallo, ápice agudo y una arista de 1-3 mm, con una nervadura central excéntrica, márgenes enteras o finamente dentadas. Peciolos de 2-5 cm, con 2-4 glándulas (raramente 6 glándulas), sésiles o estipuladas. Hojas palmatilobadas, pentalobadas (ocasionalmente con 3, 7 o 9 lóbulos) algunas veces en el mismo ejemplar se encuentran hojas con 3, 5 y 7 lóbulos. Los zarcillos con axilares, bien desarrollados y solitarios (Cervi, 1997).

Las flores poseen de 7 a 10 cm de diámetro, son vistosas y poseen variaciones de tonalidades de blanco a púrpura, con predominancia de las de coloración azul (Cervi, 1997, Garcia; Hoc, 1997). El tubo del cáliz es campanulado. Los sépalos, oblongo-lanceolados u oblongas, poseen 1,5-2,3 cm de longitud x 1-1,4 cm de ancho. Sépalos sub-coriáceo; obtusas en el ápice y con una arista foliácea dorsal de 4-5 mm; verdes en las caras abaxiales, y blancas (claras) en la cara adaxial. Los pétalos, claros o rosados, membranáceos, son obtusos en el ápice, oblongos, de 1,7-2,5 cm x 7-10 mm, con tres nervaduras longitudinales. La corona de filamentos dispuesta en 3 o 4 series evidencia las dos series exteriores filiformes, de 8-25 mm, de color claro en el ápice y púrpura en la base; las dos series interiores (algunas veces pudiendo faltar una serie), filamentosas, capitadas, de 2-3 mm, púrpuras en la base y blancas en el ápice, erectas. Androginóforo de aproximadamente 1 cm (Cervi, 1997).

En términos de reproducción, las flores son predominantemente autoincompatibles (Garcia; Hoc, 1997) y los polinizadores principales son las abejas de porte grande como el *Xylocopa augusti*, *X. frontalis*, *X. artifex* y *X. nigrocincta* (Apoidea, Anthophoridae). Un aspecto a resaltar es que contrariamente a diversas especies del género, la viabilidad del polen no es afectado por la lluvia (Garcia; Hoc, 1997).



Los frutos ovoides o sub-globosos, presentan coloración naranja intenso cuando están maduros (Cervi, 1997; Reis, et al 2018) y pulpa roja oscura. Presentan dimensiones entre 35 mm y 45 mm de diámetro trasversal y de 4 a 64 mm de diámetro longitudinal, masa media entre 30 y 35 g, masa de cáscara en el rango de 17 g a 21 g, masa de pulpa entre 14 y 20 g y rendimiento de pulpa entre el 62 y 69% (Cervi, 1997; Bandeira et al., 2016).

La planta en el hemisferio sur tiene su floración de octubre a febrero con fructificación de febrero a abril (Cervi, 1997)

### ***Producción de plántulas y cultivo***

La *P. caerulea*, de la misma forma que otras pasifloras, presentan desuniformidad en la germinación, con tasas que pueden variar de 12, 16% a 50% conforme al método utilizado, siendo los mejores resultados alcanzados con una imbibición en agua por 30 minutos y temperatura de germinación en torno a 30°C (34% de germinación) (HOSSEL et al., 2018), y siembra de semillas sin arilo desecadas (50% de germinación) (Mendiondo; García, 2009). Mendiondo y colaboradores (2009) relatan que el tiempo mínimo de germinación de las semillas es de 25 días.

La planta también puede ser propagada asexualmente por estacas obtenidas a partir de los tallos. Por tanto, se recomienda la utilización de ramas semi-leñosas con aproximadamente 10 cm de longitud, conteniendo dos nudos, con corte recto en la base y en bisel arriba de la última yema axilar, siendo removidas las hojas y estípulas de las estacas. Según Mayer y colaboradores (2015), el rendimiento del enraizamiento de las plántulas obtenidas de estacas es de 50%. Los autores verifican que no es necesario el uso de enraizadores para inducir el enraizamiento (AIB), pudiendo, inclusive el producto ser tóxico para las estacas y reducir la eficiencia del proceso.

La técnica de multiplicación *in vitro* también puede ser empleadas en la producción de plántulas de *P. caerulea* con buenos resultados (Jafari et al, 2017).

En virtud de que *P. caerulea* es poco cultivada en el país, existe carencia de informaciones agronómicas para orientar la producción brasilera. La mayoría de las orientaciones es proveniente de los cultivos en otros países disponibles en sites especializados.

Según el Site Herbotecnia (2018) e Consulta Plantas (2018), la *P. caerulea* prefiere suelos sueltos, de tipo areno-arcillosos, con pH neutro o ligeramente ácidos, ricos en materia orgánica y con buen nivel de fertilidad. En las regiones frías la siembra de las plántulas en el área definitiva ocurre en la primavera. Como el cultivo presenta un doble propósito (uso de las ramas y frutos), se recomienda que la producción sea hecha en sistema de tutorados. La distancia recomendada en la Argentina es de 3m entre líneas y 1,5 m entre plantas, siendo la planta conducida en espalderas con tres a cinco alambres lisos en la parte horizontal de la estructura. Independientemente del sistema de conducción, se recomienda el uso de una cuerda o estaca para ayudar a la planta a alcanzar el alambre superior (Herbotecnia, 2018).

Se recomienda una poda de formación, capinas regulares e irrigación en las localidades con régimen de lluvias irregulares y fertilizaciones de cobertura o fertirrigación cada 15 días (Herbotecnia, 2018, Consulta Plantas, 2018).

### **Reacción a plagas y enfermedades**

*P. caerulea* es sensible a pulgones, chinches, orugas (larvas) y nematodos como *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. incognita acrita* (Junqueira et al., 2010). Es sensible a diversas enfermedades causadas por virus. También existen relatos de sensibilidad a Fusariosis. Para minimizar el problema, es una práctica común la siembra en camellones, evitando suelos con problemas de encharcamiento (Herbotecnia, 2018). Por otro lado, *P. caerulea* presenta alto grado de resistencia a bacteriosis, antracnosis y verrugosis (roña), y viene siendo utilizada como fuente de resistencia, en el programa de mejoramiento de maracuyá ácido comercial de Embrapa Cerrados (Fuhrmann et al., 2014). Como resultado de este trabajo, ya fueron obtenidas algunas matrices productivas, con buenos índices de resistencia a bacteriosis y con pulpa de coloración anaranjada o roja (Fuhrman et al., 2014). Sin embargo, durante el proceso inicial de obtención de estas matrices, hubo problemas inherentes a la generación de híbridos sin semillas, baja producción de polen, endogamia entre otros.

### **Cosecha y poscosecha**

La época de cosecha de ramas para fines medicinales ocurre al inicio de la apertura de las primeras flores, que normalmente se da al final de la primavera (Herbotecnia, 2018). Entretanto, como la industria también aprovecha las flores y los frutos, es posible hacer una poda de las plantas en producción, permitiendo la cosecha de los frutos "(a la vez)".

Existe carencia de informaciones específicas para orientar la cosecha de frutos y ramas de *P. caerulea*, por tanto, valen las descripciones generales hechas para otras especies de pasifloras, como por ejemplo, realizar la cosecha de los frutos y/o de las ramas en las primeras hora del día, evitar el contacto de los materiales cosechados directamente con el suelo, proteger el material cosechado del sol o de calor excesivo, evitar daños mecánicos de las cáscaras de los frutos, promover la desinfección y secado del material luego que llegaren a la bodega de clasificación, embalar el producto de forma adecuada y mantener el producto embalado en un área protegida (Assis, et al., 2016; Rinaldi et al., 2017).

### **Composición fitoquímica y propiedades medicinales**

La pulpa de *P. caerulea* presenta valores de pH entre 4,6 y 4,7, sólidos solubles totales entre 12 °Brix, acidez titulable de 2,79%–2,9% de ácido cítrico. Los contenidos de fenoles totales son encontrados en el rango de 450 mg eq ac. Gálico/100 g de pulpa húmeda (bu) a 550 mg eq ac. Gálico mg/100 g bu, en cuanto que los contenidos de los

flavonoides de epigallocatequina y quercetina están en el rango de 1,93 mg/100 g bu a 3,09 mg/100 g bu y 190,07 mg/100 g bu a 375 mg/100 g bu respectivamente (Reis et al., 2018). Estudios realizados por Beling y colaboradores (2017), obtuvieron contenidos de fenólicos totales en la muestra húmeda en el rango de 1116, 17 a 129,73 mg/100 g y en el producto deshidratado, valores de 513, 94 – 524, 4 mg eq ac. Galico mg/100 g, lo que indica posibles variaciones genéticas en la población nativa o efecto de cosecha.

La pulpa fresca y también la pasteurizada presentan buenos contenidos de carotenoides totales, con valores entre 269,73 mg/100 g bu y 443,89 mg/100 g bu, y de pro-vitamina A entre 2,86 mg/100 g bu a 8,63 mg/100 g bu. La determinación del perfil de carotenoides mostró la presencia de luteína (8,18 – 9,33 mg/100 g bu); zeaxantina (8,5 – 11,82 mg/100 g bu),  $\beta$ -criptoxantina (31,79 – 37,99 mg/100g bu)  $\alpha$ -caroteno (6,14 – 19,78 mg/100g bu),  $\beta$ -caroteno (34,08 - 103,59 mg/100 g bu) e licopeno (80,43 – 276,33 mg/100g bu) (Reis et al., 2018).

Las semillas de *P. caerulea* presentan materia seca en el orden de 92,8% y rendimiento de aceite en el rango de 30g/100g de semillas seca, siendo los ácidos grasos predominantes el linoleico (63,1% de 18:2), el oleico (17,6% de 18:1) y el palmítico (10,1% de 16:0,) (Quiroga et al 2000).

El residuo de la extracción de aceite de las semillas mostró contenidos de cenizas en torno de 4,3% de proteína total, fibras totales, lisina disponible en el rango de 23,8%, 33% y 4,5% G/16GN, respectivamente. La glucosa fue el azúcar predominante en las semillas, estando en una concentración de 7,4%, en cuanto que los contenidos de sacarosa fueron de 1,6% y el de los carbohidratos hidrolizables de 4,7%. Siendo el residuo rico en Cobre (6,2 mg/100g), en Fósforo (327 mg/100g), Zinc (164 mg/100g) y Magnesio (164 mg/100g) (Quiroga et al., 2000).

El efecto medicinal calmante es obtenido de la infusión de hojas y flores y de la pulpa de los frutos (Busilacchi et al., 2008). Las raíces de *P. caerulea* también son usadas en los países bajos, India, América del Sur y México como vermífugo. En Italia, se utiliza la planta también como anti-espasmódico. En las Islas Mauricio, recomiendan tintes y extractos de este maracuyá para el control del insomnio y varias distorsiones del sistema nervioso, en tanto que las raíces son empleadas como diurético (Dhawan et al., 2004). En la Argentina la medicina popular recomienda las partes aéreas de *P. caerulea* como anti-microbiano en el tratamiento de la neumonía y tos con catarro (Anesini; Perez, 1993). La infusión de la raíz es utilizada en el tratamiento de inflamaciones y sus frutos, considerados ricos en vitamina C, son empleados en el tratamiento de la ictericia y escorbuto, en Argentina y Uruguay (Pereira, 2014).

Los extractos acuosos y etanólicos obtenidos de las hojas de *P. caerulea* se muestran seguros en ensayos con animales (El-Askary et al., 2017).

Los estudios farmacológicos de diferentes tipos de extractos confirmaron las propiedades anticonvulsivo, analgésicas, antioxidantes, anti-inflamatorias, antipiréticas, anti-estrés, anti-ansiedad, y eficacia en el tratamiento y prevención de colitis, en ensayos con animales de laboratorio (El-Askary et al., 2017; Anzoise et al., 2018; Costa, 2017).

La Crisina, uno de los monoflavonoides prevalentes en la *Passiflora caerulea* posee valor comercial (Mani; Natesan, 2018). El efecto biológico del flavonoide examinado en ratones mostró que es capaz de reducir significativamente la ansiedad en los ratones. Presenta propiedades ansiolíticas no mio-relajantes, habiendo sido encontrada ligada a receptores benzodiazepínicos del sistema nervioso central y periférico (Dhawan et al, 2004). Además de estos efectos, se verificó que el flavonoide presenta propiedades anti-inflamatorias, antioxidantes y potencial anti-carcinogénico, siendo capaz de inducir a apoptosis de células tumorales (Mani, Natesan, 2018).

Además de la Crisina y sus diversos derivados glicosilados también fueron identificados en las hojas otros fitoquímicos que pueden contribuir para las propiedades farmacológicas como, por ejemplo, aminoácidos (fenilalanina, triptofano), blumenol, además de decenas de derivados glicosidados de luteolina, vitexina, quercetina, apigenina, crisina, orientina e escoparina (Ozarowski, et al., 2018).

### ***Passiflora tenuifila***

La *Passiflora tenuifila* (Figura 3) es conocida populamente como maracuyá ajo, en virtud de que sus frutos presentan aroma a condimento. Es encontrada en la forma silvestre en Brasil, Argentina, Bolivia y Paraguay (Cervi, 1997). El fruto es utilizado en las regiones campesinas del Brasil en consumo *in natura* y en la preparación de té con propiedades benéficas para el sistema nervioso (MADALENA et al., 2013). Puede ser utilizado como ingrediente en la preparación de platos salados como sopas y panes, o como espesante enriquecedor en compuestos antioxidantes (Embrapa, 2010).



Fotos: Nilton Junqueira

**Figura 3.** *Passiflora tenuifila* – (A) flor y frutos maduros; (B) hoja, fruto verde, detalles del fruto abierto y del pedúnculo.



*P. tenuifila* presenta un hábito de crecimiento trepador y tallo cilíndrico estriado. Las hojas son trilobuladas, de 3-7,5 cm en la nervadura central y de 3-7 x 1,8-3,5 cm en las nervaduras de los lóbulos laterales; la distancia entre los ápices de los lóbulos laterales es de 5-12 cm; lóbulos oblongos, obtusos y mucronados en el ápice. Zarcillos axilares, solitarios, bien desarrollados y tenues (Cervi, 1997). Pedúnculos de 3-6 cm, delgados, presenta flores articuladas con pétalos de color crema, una corona con cuatro series de filamentos de color crema; diámetro floral de 3,5 a 3,7 cm. Los frutos maduros son de coloración amarilla transversal de 3 cm a 5,5 cm, los frutos presentan masa media de aproximadamente 15 g y normalmente no caen de la planta cuando están maduros (Lima et al., 2010; Duarte et al., 2014; Pereira et al, 2017).

La especie es anual, presenta florecimiento continuo y es autógama. El mecanismo de la autogamia fue estudiado por Duarte et al., (2014) que mostraron la viabilidad del polen en la pre-antesis, indicando que la autofecundación puede ocurrir durante el proceso de apertura de la flor, habiendo sido verificado el porcentaje de la autogamia en el rango de 91% (Duarte, et al., 2014). A pesar de la predominancia de la autogamia, estudios realizados con marcadores moleculares de DNA de 30 especímenes colectados en el sur de Brasil presentaron una alta variabilidad genética cuando se comparó con las especies de polinización abierta (Barros et al., 2018). Entretanto, en los cultivos del programa de mejoramiento genético de Embrapa, se observó una identidad superior al 99,8 entre las plantas (Almeida, et al, 2009).

*P. tenuifila* es visitada por *Apis mellifera* en busca de polen y néctar. Estas abejas no logran tocar efectivamente los estigmas de las flores, por tanto, no son consideradas polinizadoras, al contrario, ocurre con las trigonas que pueden promover una polinización eventual. Entretanto, las abejas trigonas pueden causar daños en la base de los botones florales en busca de néctar, lo que contribuye a reducir la viabilidad de las flores y la productividad de las plantas (Duarte, et a. 2014).

### **Producción de plántulas y cultivo**

La producción de plántulas debe ser realizada a partir de semillas de frutos maduros (100% de cáscara amarilla), almacenados por un periodo de 30 a 80 días en bolsas plásticas. Después del almacenamiento, los frutos son retirados de los embalajes plásticos y se secan a la sombra para remover las semillas. Las semillas no deber ser lavadas durante el proceso de extracción, pues al lavarlas se reduce la tasa de germinación (Pereira et al, 2017, Cruz, 2016).

La siembra debe ser realizada en recipientes con capacidad de 750 mL con una mezcla de estiércol bovino y suelo más arena en la proporción 1:1:2. Los recipientes preparados, a su vez, deben ser mantenidos en vivero con cobertura de polisombra (70% de luminosidad). Pereira et al, 2017). La germinación ocurre a los 15 días de la siembra aproximadamente Pereira et al, 2017). Según Marostega y colaboradores (2017) la tasa de germinación de semillas tratadas con inductores de germinación (GA3) es del orden del 54%, valores equivalentes a los hallados por Cruz (2016). La tasa de germinación

de semillas mantenidas en los frutos almacenados por 80 días en bolsas plásticas a 5 °C alcanzó el rango del 74% (Cruz, 2016). En estas condiciones las semillas pueden ser mantenidas (almacenadas) hasta 18 meses.

Las plántulas deben ser irrigadas diariamente y permanecer en el vivero hasta que obtengan 20 cm de altura (Pereira, et al, 2017), siendo que, en regiones con ataques de hormigas, se recomienda que las plántulas sean llevadas más grandes para el campo, entre 0,5 a 0,8 m. Según Gomes et al., (2013) el tiempo de formación de una plántula es en promedio de 63 días.

*P. tenuifila* presenta tolerancia a las principales plagas y enfermedades del maracuyá (pasifloras), pero es susceptible a los chinches *Holhymenia clavigera*, orugas (*Agraulis vanillae vanillae*), y la broca o perforador de tallo (*Philonis crucifer*) (Oliveira et al., 2014a e b). En los estados iniciales de desarrollo las hormigas cortadoras pueden ser un problema. En términos de enfermedades, la especie manifiesta síntomas de virosis, mas no hay estudio que demuestren daños representativos en la productividad y calidad de los frutos. Es susceptible a fusariosis y a la mancha parda (*Alternaria spp*) y nematodos de agalla (*Meloidogyne spp*) (Dianese et al, 2017).

El cultivo tolera el exceso de humedad en el suelo, tanto en vivero como en el campo de producción. En vivero las principales enfermedades que atacan el cultivo la caída pre y pos emergencia, problema causado por *Rhizoctonia solani*; *Phytophthora spp* e *Fusarium spp*. Para evitar esta situación, se recomienda la desinfección del sustrato, principalmente por medio de solarización, y el manejo adecuado del riego (Dianese et al, 2017).

La corrección de la fertilidad de los sitios de siembra se debe realizar con base en el análisis de suelos, de acuerdo con sus características químicas y físicas. Los hoyos deben ser preparados con una anterioridad de 60 días a la siembra. En las condiciones de Paraipaba, CE se recomienda la preparación de huecos en dimensiones de 50 cm x 50 cm x 50 cm y fertilización con 12 L de estiércol bovino descompuesto mezclados con suelo y 200 g de cal dolomita en el fondo del hueco. El cultivo debe ser conducido en espaldera con 1,8 m de altura con 3 a 6 hilos de alambre, espaciados de 1,0 m entre plantas y 2,5 a 3,0 m entre hileras (Pereira, et. al. 2017).

La planta inicia la producción después de tres meses de haber sido plantada en el lugar definitivo y se prolonga, generalmente, hasta el octavo mes de producción. El tiempo promedio para la aparición del primer botón floral a partir de la siembra en lugar definitivo es de aproximadamente 57 días, siendo necesario 19 días más hasta la apertura de la flor y después 52 días más hasta la madurez fisiológica del fruto (Pereira, et. al. 2017).

La productividad por hectárea varía de acuerdo con la conducción y lugar de siembra, siendo en promedio de 220 a 600 Kg de frutos/año (Pereira et al, 2017).

### **Cosecha y poscosecha**

Se recomienda la cosecha de los frutos a partir del estado 3 de desarrollo, situación en que estos ya tienen las condiciones de completar el proceso de maduración fuera de planta (Lima et al., 2010).

El rendimiento de pulpa por fruto es del 31,28%, de cáscara es de 54,05 y de semillas de 14,65 (Pereira et al, 2017). El rendimiento de la pulpa con semillas está en el rango de 23% a 38% (Lima, et al, 2010; Vieira, 2013). La humedad de la pulpa con semilla es de aproximadamente 56% (Vieira, 2013). La cáscara es fina (menos de 3 mm de espesura), comprende de 50 a 77% de la masa del fruto y presenta humedad en el rango de 84 a 86% (Vieira, 2013, Lima et al., 2010).

La caracterización físico-química de la pulpa mostró sólidos solubles totales (SST) superiores a 24,58 °Brix; acidez titulable total (AAT) expresado en porcentaje equivalente a ácido cítrico en el rango de 0,49%, pH DE 5,54 y relación de SST/ATT de 50,16 (Pereira et al, 2017).

El fruto tiende a sufrir rápida deshidratación y para promover mayor durabilidad se recomienda su almacenamiento en embalajes de PEBD 12 bajo condición ambiental y refrigerada. El uso de desinfectantes Sanitveg y de cera de carnauba en una concentración de 15% también puede ser utilizados para la vida pos-cosecha de frutos (Assis et al., 2016).

### **Composicion fitoquímicas y propiedades fitoterápicas**

Fueron verificados que los extractos de las hojas presentan elevados contenidos de flavonas cuando estos son comparados a los obtenidos en otras pasifloras como *P. nitida*, *P. foetida*, *P. coriacea* e *P. palmeri* y en otras partes de la planta, con contenidos en el rango de 600 mg/100 g de material fresco expresado en contenidos equivalentes de catequina (Bendini, et al., 2006). También fueron identificados contenidos de flavonoides en el orden de 28 mg/100g (Bendini et al., 2006). El análisis de perfil de flavonoides indicó la presencia de homoorientina en las hojas (8 mg/100 g base seca - bs), cáscara (7,7 mg/100 g bs), pulpa (0,1 mg/100g bs) y semillas (0,02 mg/100 g bs), isovitexina en las hojas (0,25 mg/100 g bs), cáscara (0,4 mg/100 g bs) y pulpa (0,2 mg/100 g bs), orientina (0,5 mg/100g) y vitexina en las hojas (0,3 mg/100g bs) (Vieira, 2013).

En las hojas, cáscara y pulpa fueron identificadas la presencia del alcaloide harmiana, respectivamente en las concentraciones de 0,01 mg/100 de base seca, 0,0005 mg/100g base seca e 0,001. Y también del alcaloide harmina solamente en las hojas (0,001 mg/100g base seca) (Vieira, 2013).

Los contenidos de compuestos fenólicos en las semillas de *P. tenuifila* son del orden de 740 mg equivalentes en ácido gálico (GAE)/100g en base seca, en cuanto que los contenidos medios de flavonoides totales son de 4030mg GAE/100g en base seca, (Santana, 2015).

También se verificó la presencia de estilbeno piceatanol, conocido por las propiedades anti-inflamatorias que confiere a los alimentos, en la concentración de  $10,28 \pm 0,28$  mg/100g en base seca (Santana, 2015).

Los frutos de *P. tenuifila* generalmente son consumidos enteros *in natura* o en forma de té, siendo que en Brasil son recomendados para el control de palpitations, nerviosismo, insomnio temblores de edad avanzada (Madalena et al., 2013; Costa, 2017). Estudios mostraron que extractos de hojas, así como de otras partes de la planta no poseen actividad anti-biológica (Bendini, et al., 2006).

La composición fitoquímica sugiere un potencial medicinal de los frutos y hojas para las indicaciones dadas por el conocimiento popular, pero, existen carencias de estudios farmacológicos que corroboren la información etno-farmacológica.

## ***Passiflora biflora* Lam.**

*Passiflora biflora* Lam. (Figura 4), también es conocida como *Decaloba biflora* (Lam) M. Roem, pertenece al género *Passiflora*, subgénero *Decaloba* (IMIG et.al, 2018; McCormick; Mabry, 1981). La especie es conocida popularmente como "Two Flower Passion flower" (passiflora de dos flores), Twolobepassionflower, (Atlas of Florida Plants, 2018; McCormick; Marby, 1983, Croat, 1978; Santos; Valcarcel 2011; Alelo, 2018).



Fotos: Nilton Junqueira y Ana Maria Costa

**Figura 4.** *Passiflora biflora* L. Flores (A) y frutos y detalle de la pulpa (B).



Se trata de una especie poco estudiada, que integra el programa de mejoramiento genético de Embrapa Cerrados por el potencial paisajístico y como frutos especiales.

La especie se desarrolla a plena exposición (sol pleno), sobre las piedras siendo frecuente en Guatemala sobre los bordes de las carreteras (Ortiz, 2012).

La especie posee hábito de crecimiento trepador, tallos estriados, hojas bilobadas con aspecto triangular, flores emparejadas en axilas, 3-4 cm de diámetro, pedúnculo de 2 cm de longitud, con capucha, blanco cremoso, 5 pétalos lanceolados de 1 a 1,5 cm de longitud también blanco cremoso, filamentos de la corona en dos series, frutos de aspecto globoso con dimensiones de 1,5 a 1,8 cm (CROAT, 1978). Los frutos obtenidos de la colección de Embrapa Cerrados son más grandes en relación a los mencionados por CROAT (1978), con dimensiones longitudinales de 2,5 a 2,9 cm, transversales entre 2,5 cm y 2,7 cm y masa entre 7,6 y 10,3 g (Oliveira, 2017; Oliveira et al., 2017a).

La planta presenta nectarios extraflorales y es predada de las mariposas *Agraulis vanillae*, *Dryadula phaetusa*, *Dryas iula*, *Heliconia charithonia* y *H.erato*, indicando eficiente mecanismo de adaptación de estos insectos para superar el efecto tóxico de los alcaloides  $\beta$ -carbólicos presentes en las hojas (Uconn, 2018; Clymer; Bradley, 1988).

### **Producción de plántulas y cultivo**

La propagación de *P. biflora* puede ser realizada por semillas (Chitwood; Otoni, 2017). La germinación es irregular, pudiendo llevar semanas o meses para germinar. El tratamiento con hormonas vegetales puede promover una mayor uniformidad en la germinación, como lo que ocurre con otras pasifloras (Costa, et al., 2015). También existen relatos de la propagación de esta especie por estacas (Ward, 2002).

No han sido identificados cultivos comerciales de *P. biflora*, sin embargo, la planta demostró buen desarrollo en la conducción en emparrado realizado en las áreas experimentales de Embrapa Cerrados (Figura 4b).

Los frutos de *P. biflora*, cuando son inmaduros presentan cáscara de coloración verdosa, volviéndose púrpura a lo largo de la maduración (Oliveira et al., 2017b). La pulpa del fruto tiene menor acidez cuando se compara con otras especies de pasifloras, como *P. edulis*, en cuanto que el pH varía de 4,12 a 4,41 y la Acidez Titulable Total (AAT) presenta valores medios de 0,57%. Los Sólidos Solubles Totales (SST) están en el rango de 23°Brix a 15°Brix y ratio (relación entre SST/ATT) en torno de 32 (Oliveira, et. al. 2017b; Oliveira, 2017).

Los frutos pueden ser cosechados a partir del cambio de color hacia el púrpura de la cáscara. Los frutos con cáscara púrpura pueden ser almacenados hasta por dos semanas sin alteración de las características físico-químicas (Oliveira et. al. 2017b; Oliveira, 2017).

### **Reacción a plagas y enfermedades**

En las condiciones climáticas y edáficas del Distrito Federal, *P. biflora* ha mostrado una alta resistencia a virus del endurecimiento de los frutos, a la antracnosis, a verrugosis (roña) y a bacteriosis, más, es susceptible al hongo *Fusarium solani*, causante de la pudrición de raíces en el maracuyá. En cuanto a las plagas, ésta especie ha sido atacada por ácaros, gargarías, saltamontes y chinches que afectan los frutos y las hojas.

### **Composición fitoquímica y propiedades fitoterápicas**

Fueron encontrados en las hojas de *P. biflora*: O- y C-glicosilflavonas; 4\_-O-ramnosilswertisina, luteolina-7-O-neohesperidosídeo, swertisina, swertiajaponina, 4\_-O-ramnosil-swertiajaponina, 2\_-O-ramnosilsoorientina e 2\_-O-ramnosilovitexina (McCormick; Mabry, 1983) y alcaloides del grupo de las harmanas y harminas (Clymer, Bradley, 1988).

*P. biflora*, según la etno-farmacología de países de América Latina, presenta propiedades sedantes, diuréticas, antiespasmódicas, analgésicas y estomacales (Rodas, 2000, apud Ortiz, 2012). Son utilizadas en la medicina popular en el tratamiento de mordeduras de serpientes en Belice (Geovannini; Howes, 2017). Y en Guatemala las ramas y las hojas son indicadas en el tratamiento de infecciones urinarias, problemas de la próstata y como anti-inflamatorio, también ha sido recomendada para limpiar los riñones y combatir parásitos intestinales (Ortiz, 2012).

La presencia de componentes con propiedades farmacológicas en las hojas, también encontradas en otras especies del género, indica posibles efectos en el sistema nervioso (Dhawan, et al., 2005; Pereira, 2014). Dentro de los componentes, se destaca la presencia de swertisina que pertenece al grupo de las C-glicosilflavonas. Además del efecto neuroprotector y anti-inflamatorio del sistema nervioso, demostrados en ensayos pre-clínicos (Lee, et al., 2016), la swertisina puede conferir propiedades anti-diabéticas, por inducir la neogénesis de células pancreáticas (Dadheech, et al., 2015).

También fueron identificados los glicósidos cianogénicos Passibiflorina y epipasibiflorina (Spencer; Seigler, 1985). Estos componentes pueden indicar una posible propiedad antimicrobiana y antifúngica de extractos de hojas, considerando que la Passibiflorina puede sufrir procesos enzimáticos de nitrilo a amida y generar el componente activo durante el secado del material vegetal fresco (Pérez et al., 2017).

A pesar de los usos populares y fitoquímicos identificados, existe carencia de informaciones farmacológicas de *P. biflora*.

## **Bibliografía citada**

ALELO. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2018. Disponível em: <http://alelobag.cenargen.embrapa.br/AleloConsultas/Passaporte/detalhes.do?ida=78288>. Acesso em: 13 maio 2020.

ALMEIDA, B.C. *et al.*, Variabilidade Genética de acessos de *Passiflora tenuiflora* Killip de três gerações de melhoramento com base em marcadores RAPD. In: VILELA, M.F. *et al.*, **IV Encontro de Jovens Talentos da Embrapa Cerrados**, Resumos Apresentados, Documentos 243, Embrapa Cerrados, p. 47, 2009.

ANESINI, C., PEREZ, C. Screening of plants used in argentine folk medicine for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 39, p. 119-128, 1993.

ANZOISE, M.L. *et al.*, Beneficial properties of *Passiflora caerulea* on experimental colitis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 24, n. 194, p.137-145, 2016.

ASSIS, D. F. O. *et al.*, Vida útil de frutos de *Passiflora setacea*, *Passiflora alata* e *Passiflora tenuiflora* submetidos a diferentes tratamentos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA CERRADOS, 2016, Planaltina, DF. **Jovens talentos 2016**: resumos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 99 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 334). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1057010/jovens-talentos-2016-resumos>. Acesso em: 13 maio 2020.

ATLAS OF FLORIDA PLANTS. **Species Page**. Florida, Tampa: University of South, Institute for Systematic Botany, 2020. Disponível em: <http://florida.plantatlas.usf.edu/Plant.aspx?id=1045>. Acesso em: 28 nov 2018.

BANDEIRA C.T. *et al.*, Sample size for estimate the average of *Passiflora caerulea* fruits traits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.10, p.1729-1736, out, 2016

BARROS, M.J.F.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; FREITAS, L.B. Ecological drivers of plant genetic diversity at the southern edge of geographical distributions: Forestal vines in a temperate region. **Genetics and Molecular Biology**, v. 41, n. 1, p, 318-326. 2018.

BELING, P.C. *et al.*, Atividade antioxidante de compostos fenólicos em maracujá do mato (*Passiflora caerulea* Linnaeus). In: 57º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. **Anais...** Gramado – RS, 2017. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/10/11837-23909.html>. Acesso em: 28 nov. 2018.

BENDINI, A. *et al.*, **Phenol content related to antioxidant and antimicrobial activities of *Passiflora* spp**. Extracts. European Food Research and Technology, 2006.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos Farmacopeia Brasileira**. 2018. p. 69.

BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. São Paulo: Cinco Continentes, 2001. 472 p.

BUSILACCHI, H. *et al.*, Field culture of micropropagated *Passiflora caerulea* L. histological and chemical studies **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 7, n. 5, set., p. 257-263, 2008.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M. *et al.*, Genetic Breeding and Diversity of the Genus *Passiflora*: Progress and Perspectives in Molecular and Genetic Studies Int. **J Mol Sci.**, ago., v. 15, n. 8, p. 14122–14152, 2014.

CERVI, A.C. **Passifloraceae do Brasil**. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: Fontqueria XLV, 1997. 95 p.

CHITWOOD, D. H.; OTONI, W. C. Morphometric analysis of *Passiflora* leaves: the relationship between landmarks of the vasculature and elliptical Fourier descriptors of the blade. **GigaScience**, v. 6, p. 1–13, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.ez103.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC5437945/pdf/giw008.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

CLYMER, J.; BRADLEY, T. J. Adaptation to ingestion of  $\beta$ -carboline alkaloids by heliconiini butterflies. **Journal of Insect Physiology**, v. 34, n. 12, p. 1071-1075, 1988.

CONSULTA PLANTAS. **Passiflora caerulea o flor de la pasión**: cuidados. 2018. Disponível em: <http://www.consultaplantas.com/index.php/plantas-por-nombre/plantas-de-la-m-a-la-r/596-cuidados-de-la-planta-passiflora-caerulea-o-flor-de-la-pasion>. Acesso em: nov. 2018.

COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D. O maracujá e suas propriedades medicinais: estado da arte. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.) **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.

COSTA, A. M. *Passiflora* spp: Uses and Patents. **Nutrition and Food Toxicology**. Editorial, v. 3, n. 2, p. 43-44, 2018.

COSTA, A.M. Propriedade das passifloras como medicamento e alimento funcional. In: JUNGHANS, T.G.; JESUS O.N. **Maracujá do cultivo à comercialização**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 299-318.

COSTA, A.M. *et al.*, Produção de Mudanças de Maracujazeiro Silvestre (*Passiflora setacea*). **Comunicado Técnico 176**, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2015. 5 p.

CROAT, T.B. *Passiflora biflora*. Flora of Barro Colorado Island, Smithsonian Lam., **Encycl. Meth. Bot.**, v. 3, n. 36, p. 1789, 1978. Disponível em: <https://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/croat/specie/Passiflora%20biflora,e,n>. Acesso em: 28 nov. 2018.

CRUZ, D.C. **Germinação de sementes de *Passiflora tenuifila* Killip e *Passiflora setacea* DC. e cultura *in vitro* de *Passiflora tenuifila* (Passifloraceae)**. 110 p. 2016. Trabalho conclusão curso (Graduação em Biologia). Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174984/TCC%20Daniel%20Cruz.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 nov. 2018.

DADHEECH, N. *et al.*, **Swertisin an Anti-Diabetic Compound Facilitate Islet Neogenesis from Pancreatic Stem/Progenitor Cells via p-38 MAP Kinase-SMAD Pathway: An *In-Vitro* and *In-Vivo* Study**. PLOS ONE. 2015

DHAWAN, K.; DHAWAN S.; SHARMA, A. *Passiflora*: a review update. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 1-23, 2004.

DIANESE, A. C. *et al.*, Doenças dos Maracujazeiros Silvestres *Passiflora tenuifila*, *Passiflora setacea* e *Passiflora alata* em Planaltina, DF. **Documentos 344**, Embrapa Cerrados, Brasília, DF, p. 25, 2017.

DUARTE, M. O. *et al.*, Self-sterility and self-fertility of *Passiflora* L. (Passifloraceae) in the Cerrado of Central Brazil. **Braz. J. Bot.**, v.37, n. 1, p. 61-68, 2014.

EL-ASKARY, H. I. *et al.*, Bioactivity-guided Study of *Passiflora caerulea* L. Leaf Extracts. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v.16, (Suppl), p.46-57. 2017.



FIALLO, V.F. *et al.*, Instructivotécnico del cultivo de *Passiflora incarnata* L. **Revista Cubana Pant Med**, v. 5, n. 3, p. 118 -22, 2000.

FUHRMANN, E. *et al.*, Reação de híbridos interespecíficos de *Passiflora* spp. à *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1404-1410, 2014.

GARCIA, A.M.T.; HOC, P. Floral biology and reproductive system of *Passiflora caerulea* (Passifloraceae). **Beiträge zur Biologie der Pflanzen**, v. 70, p. 1-20, 1997.

GEOVANNINI, P.; HOWES, M-J. Medicinal plants used to treat snakebite in Central America: Review and assessment of scientific evidence. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 199, pp 240-256, 2017.

GOMES, J.G. *et al.*, **Fenologia da *Passiflora tenuifila* Cultivada em Sistema Irrigado nas Condições Endafoclimáticas do Bioma Cerrado**. Resumos do Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Cerrados: Jovens Talentos, 2013. p. 73.

HERBOTECNIA. **Pasionaria mburucuyá**. 2018. Disponível em: <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-pasionaria.html>. Acesso em: 23 nov. 2018.

HOSSEL, C. *et al.*, Temperaturas e giberelina na germinação de sementes de *Passiflora caerulea*. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.1, p.93-98, jan-abr., 2018.

HOWELL W.C. Edible fruited passiflora adapted to south florida growing conditions. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 89, n. 236-238, 1976.

IMIG, D. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; CERVI, A.C. Passifloraceae *sensu stricto* de Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 1701-1735, 2018.

IRVINE, M. **Breeding hardy Passiflora. Plant Breeding**. 2010. p 168-173. Disponível em: <https://www.riversidepassiflora.com/wp-content/uploads/2017/08/The-Plantsman-September-2010.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

JAFARI, M.; DANESHVAR, M.H.; LOTFI, A. In vitro shoot proliferation of *Passiflora caerulea* L. via cotyledonary node and shoot tip explants. **Biotechnologia**, v. 98, n. 2, pp.113-119, 2017.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 2014.

LAWINSCKY, P. R. **Caracterização morfológica, reprodutiva e fenológica de *Passiflora alata* Curtis e *Passiflora cincinnata* mast.** 156p. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, 2010.

LEE, H.E. *et al.*, Swertisin, a C-glucosylflavone, ameliorates scopolamine-induced memory impairment in mice with its adenosine A1 receptor antagonistic property. **Behavioural Brain Research**, v. 306, p. 137-145, 2016.

LIMA, H. C. *et al.*, Padrão de crescimento e maturidade em frutos de maracujazeiro *Passiflora setacea*, cv. BRS PC.. In: **61a. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL 2015**, Manaus: Embrapa, 2015. p. 100-100. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1029993/1/AnaisISTHnov2015.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

MADALENA, J. O.; COSTA, A. M.; LIMA, H. C. Avaliação de usos e conhecimentos de maracujás nativos como meio para definição de estratégias de pesquisa e transferência de tecnologia. **Cardernos de Ciência & Tecnologia**, v. 30, p. 33-53, 2013.

MANI, R. NATESAN, V. Crisina: Sources, beneficial pharmacological activities, and molecular mechanism of action. **Phytochemistry** v. 145, p. 187-196, 2018.

MAROSTEGA, T.N.; LUZ, P.B.; TAVARES, A.R.; NEVES, L.G.; SOBRINHO, S.P. Methods of breaking seed dormancy for ornamental passion fruit species. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n 1, p. 72-78, 2017.

MAYER, L. *et al.*, **Passiflora caerulea L. por estaquia Iheringia Série Botânica**. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Museu de Ciências Naturais, 2017. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/616>. Acesso em: 14 maio 2020.

MCCORMICK, S.; MABRY, T. J. *Flavonoids of Passiflorapavonis*. **J. Nat. Prod.**, v. 44, n. 623, 1981.

MCCORMICK, S., MABRY, T.J. O- & C- Glycosylflavones from *Passiflora biflora*. **Phytochemistry**, v. 22, p. 798-799, 1983.

MCGUIRE, C. M. "*Passiflora incarnata*" a new fruit crop. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 161-176, 1999.

MENDIONDO, G. M.; GARCÍA, A. M. T. Germination of stored and scarified seeds of *Passiflora caerulea* L. (Passifloraceae). **Plant Biosystems**, v.143, n. 2, p.369-376, 2009.

MENGHINI, A. *et al.*, Flavonoids contents in *Passiflora* spp. **Pharmacology Research Communications**, v. 27, p. 13-14, 1993.

MONDIN, C. A.; CERVI, A. C.; MOREIRA, G. R. P. Sinopse das espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 9, p. 3-27, 2011.

OLIVEIRA, A. M. Relatório de Estágio Supervisionado na Área de Fruticultura da Embrapa Cerrados. 2017. Relatório de Estágio Supervisionado (Curso de Agronomia) – UPIS, 2017.

OLIVEIRA, A.M.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.F. Comportamento das características físicas e físico-químico de Frutos de *Passiflora biflora* ao longo do período de Produção. *In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos*, 2017, Campinas. 12 SLACA - Food Science: impact on a changing world". Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2017.

OLIVEIRA, A.M.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.F. **Características físico-químicas de frutos de *Passiflora biflora* na maturação e armazenados**. Jovens Talentos 2016 Embrapa Cerrados. Documentos 343. Resumos do Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Cerrados: Jovens Talentos 2017. p. 42-42 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1077316/jovens-talentos-2017-resumos>. Acesso em: 11 maio 2020.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. **Principais pragas do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) e seu manejo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014a. p.44. (Documentos 323)

OLIVEIRA, C. M. *et al.*, First report of an insect pest on *Passiflora tenuiflora* Killip (*Passifloraceae*). **Phytoparasitica**, v. 42, n. 5, p. 677-680, 2014b.

ORTIZ, F. M. B. **Estudio etnobotánico medicinal en 11 municipios de la reserva de usos múltiples cuenca del lago de Atitlán, Solola.** p. 273. 2012. Monografía (Graduación) - Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2012. Disponível em: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B238.pdf>. Acesso em: 03 dez 2018.

OZAROWSKI, M. *et al.*, Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and in vitro cytotoxic potential on leukemia cell lines. **Brazilian Journal of Pharmacognosy (Revista Brasileira de Farmacognosia)**, v. 28, p. 179–191, 2018.

PEREIRA, R. C.; SILVEIRA M. R. S.; COSTA, A. M. Maracujá Silvestre (*Passiflora tenuiflora* Killip): Aspectos Agronômicos e Características dos Frutos. **Comunicado Técnico 233**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. p. 5.

PEREIRA, S.M.T. **O Uso Medicinal da *Passiflora incarnata* L.** 25 p. 2014. Monografia (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, 2014.

PÉREZ, N. *et al.*, Passibiflorin,  $\alpha$ -hydroxy- and  $\alpha$ - $\beta$ -Dglucopyranosyloxy-amides from *Passiflora punctata* L. leaves Passibiflorina,  $\alpha$ -hidroxi- y  $\alpha$ - $\beta$ -D-glucopiranosiloxi-amidas de las hojas de *Passiflora punctata* L. **Revista Facultad de Farmacia**, v. 80, n. 1/2, 2017.

QUIROGA, O.E. *et al.*, Chemical Characteristics of *Passiflora caerulea* seed oil and residual seed meal. *Molecules*, v. 5, p. 376–378, 2000.

REIS, L. C. R. *et al.*, Stability of functional compounds and antioxidant activity of fresh and pasteurized orange passion fruit (*Passiflora caerulea*) during cold storage. **Food Research International**, April, v.106, p.481–486, 2018.

RINALDI, M.M. *et al.*, **Recomendações de Manuseio e Conservação Pós-Colheita de Frutos de *Passiflora setacea* e *Passiflora alata*.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. (Comunicado Técnico 179). Disponível em: [http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/comtec/comtec\\_179.shtml](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/comtec/comtec_179.shtml). Acesso em 15 mar. 2017.

SAMMI, S.R.; AGIM, Z.S.; CANNON, J.R. From the Cover: Harmane-Induced Selective Dopaminergic Neurotoxicity in *Caenorhabditis elegans*. **Toxicol Sci.**, v. 161, n. 2, p. 335–348, 2018.

SANTANA, F.C. **Avaliação dos compostos bioativos presentes na semente de *Passiflora* spp. e sua influência sobre marcadores bioquímicos, oxidativos e inflamatórios de camundongos submetidos à dieta hiperlipídica.** 180 p. 2015. Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SANTOS, J. F. VARCARCEL, R. Avaliação Florística do Estrato Regenerante de Reflorestamentos em Área Reabilitada na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, out./dez., v. 18, n. 4, p. 390–401, 2011.

SPENCER, K.C.; SEIGLER, D.S. Passibiflorin, eoipassibiflorin and passitrifasciatin: cyclopentenoid cyanogenic glycosides from *Passiflora*. **Phytochemistry**, v. 24, p. 981–986, 1985.

TONIN, B. F. **Propagação de *Passiflora incarnata* L. com uso de estacas radiculares.** 87 p. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103284>. Acesso em: 11 jan. 2019.

UConn - *Passiflora biflora* Lam. In: **ECOLOGY & EVOLUTIONARY BIOLOGY, Biodiversity Education & Research Greenhouses**. Disponível em: <http://florawww.eeb.uconn.edu/199800107.html>. Acesso em: 28 nov. 2018.

VIEIRA, G. P. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e alcaloides em folhas e frutos (pericarpo, polpa, sementes) de *Passifloras* spp.** 102 p. 2013. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

WARD, G. C. **Tritrophic responses to shading of *Passiflora biflora*, a neotropical vine.** Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of The University of Georgia in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. Athens, Georgia, 2002. 162 p.





Foto: Nilton Tadeu Vilela Junqueira

## ***CAPÍTULO 12***

### **Especies de *Passiflora* L. para usar como portainjertos**

Onildo Nunes de Jesus  
Lucas Kennedy Silva Lima  
Eduardo Augusto Girardi  
Fábio Gelape Faleiro  
Raul Castro Carriello Rosa  
Taliane Leila Soares





## Introducción

Los maracuyás (pasifloras) son unas plantas trepadoras de la familia Passifloraceae con alta diversidad genética, cultivadas en Brasil, Ecuador, Colombia, África del Sur, Australia, entre otros países. Brasil es el mayor productor y consumidor mundial de estos frutos y la especie con mayor aprovechamiento comercial es la *Passiflora edulis* Sims conocido como maracuyá ácido o maracuyá amarillo (Ambrósio et al., 2018).

El maracuyá púrpura, de la especie *Passiflora edulis* f. *edulis* Sims, es nativo del sur de Brasil, Paraguay y norte de Argentina y actualmente cultivado en cuatro continentes: África (Costa de Marfil, Kenia, África del Sur y Zimbabue), Asia (India, Indonesia, Israel, Malasia y Vietnam), Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) y América (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Sur de los Estados Unidos y Hawái) (Ocampo y Morales, 2012). Además de *P. edulis* Sims, también otras especies del género *Passiflora* son cultivadas comercialmente en Brasil y en otros países del mundo (Faleiro et al., 2017).

El cultivo de maracuyá ácido o maracuyá amarillo en escala comercial en Brasil se expandió rápidamente por la mayoría de los Estados, alcanzando el 2018, una producción aproximada de 602 mil toneladas en 42.731 hectáreas con rendimientos de 14 t ha<sup>-1</sup>. La producción es concentrada principalmente en la región Nordeste (62%), especialmente en el estado de Bahía, que es el responsable del 27% de la producción nacional (IBGE, 2019).

El maracuyá amarillo es la especie más importante del género *Passiflora*, pues es responsable del 95% del área cultivada con Pasifloras en Brasil (Janzantti e Monteiro, 2014). Entretanto, la productividad disminuyó en los últimos años en virtud de varios problemas fitosanitarios causados por plagas y enfermedades de la parte aérea y también de las raíces (Vaca-Vaca et al., 2016; Freitas et al., 2016a, b; Ambrósio et al., 2018). Entre las limitantes del maracuyá, se merece destacar la marchitez y pudrición de la base causadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* y *Fusarium solani*, respectivamente, para la cuales aún no existen cultivares resistentes ni controles químicos exitosos, siendo la prevención las principales medidas (Preisigke et al., 2015; Lima et al., 2017). Por esta razón, no se recomienda el cultivo de maracuyá en áreas con alta incidencia de estas enfermedades (Machado et al., 2017).

La ocurrencia de estas enfermedades en las raíces han generado que muchos agricultores se sientan desestimulados con el cultivo de maracuyá, considerando que las plantas mueren al inicio del periodo productivo (Ambrósio et al., 2018). Este factor, reduce drásticamente la productividad y longevidad del cultivo, haciendo que los productores tengan grandes pérdidas teniendo en cuenta la alta inversión en la plantación. Por las situaciones relatados anteriormente, la búsqueda de tecnologías para el manejo de estas enfermedades causadas por *Fusarium* es una importante demanda tecnológica para la investigación (Faleiro et al., 2006). Entre las tecnologías más promisorias para el manejo de estas enfermedades causadas por *Fusarium*, el uso de selecciones de especies silvestres de *Passiflora* como portainjerto han recibido mayor atención de

investigaciones en los últimos años al ser presentado como una importante alternativa para los productores (Silva et al., 2013; Machado et al., 2015, Santos et al., 2016a; Ambrósio et al., 2018).

## La marchitez de la fusariosis del maracuyá

El *Fusarium* es considerado la principal enfermedad del sistema radicular del maracuyá que causa perjuicios significativos en diversos polos de producción, obligando al agricultor a migrar a nuevas áreas de siembra o abandonar la actividad (Fischer e Rezende, 2008; Preisigke et al., 2015; Freitas et al., 2016b). En las enfermedades del sistema radicular, la interacción patógeno-hospedero ocurre en el suelo, ambiente altamente complejo y dinámico, influenciado por varios factores directa e indirectamente (Maffia e Mizubuti, 2005). De este modo, el control químico es extremadamente difícil y, muchas veces, inviable desde el punto de vista económico y ambiental (Fischer et al., 2010; Cavichioli et al., 2011a).

La marchitez del maracuyá se inicia con la marchitez de las ramas punteras, seguido de la marchitez generalizada de las hojas, que permanecen o no adheridas a las ramas, y los frutos verdes cuando están presentes, también se marchitan (Santos Filho e Santos, 2003; Ortiz e Hoyos, 2012) (Figura 1a). El sistema vascular presenta coloración ferrosa (oxidada) en la raíz (Figura 1b-c), hasta las ramas, pudiendo llegar hasta una extensión de 2 metros arriba de la línea del suelo, típicas del ataque de *Fusarium* (Kiely y Cox, 1961; Santos Filho y Santos, 2003; Ortiz y Hoyos, 2012).

Cuando se presenta en la parte aérea, el número de plantas en el cultivo puede disminuir drásticamente, bien sea en el periodo productivo, convirtiéndose en una alternativa económica inviable en zonas altamente afectadas (Dariva et al., 2015). Así, el cultivo pasó a ser anual y migratorio. Sin embargo, toda la inversión en sistemas de establecimiento y riego continúa equivalente, ampliando los costos de producción, haciendo que diversos agricultores abandonen la actividad o migren a otras regiones, en las cuales los focos de la enfermedad no ha sido aún identificados.

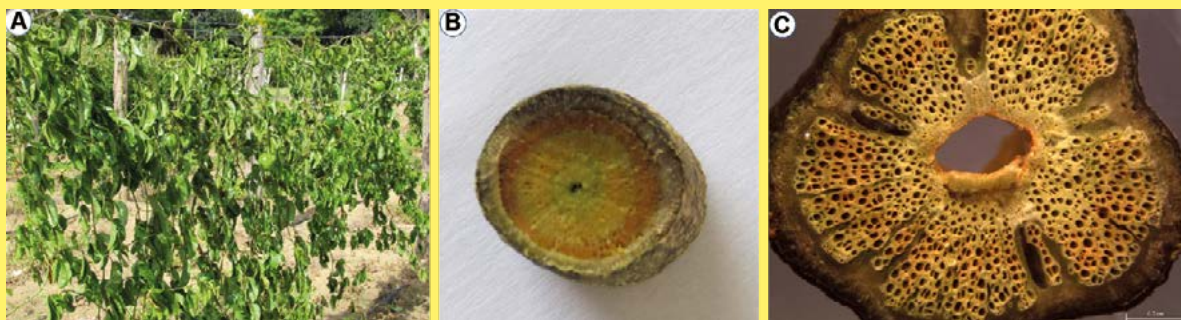
El uso de cultivares resistentes son alternativas muy necesarias para la sustentabilidad de la producción en áreas afectadas por la *fusariosis*. Sin embargo, hasta el momento, no existen cultivares de maracuyá ácido con resistencia a *fusariosis*. Hibridaciones inter-específicas utilizando especies silvestres resistentes (*Passiflora* spp.) a patógenos del suelo están entre las principales estrategias para la obtención de híbridos de *P. edulis* resistentes (Freitas et al., 2016b). La obtención de un cultivar con resistencia aún es un gran desafío pues algunas barreras necesitan ser superadas, como la compatibilidad de los cruzamientos entre algunas especies de interés y la formación de híbridos estériles con baja germinación y vigor vegetativo. Además de esto, la falta de un método confiable de inoculación artificial para identificación de genotipos resistentes a la *fusariosis* aún es un gran obstáculo. Es interesante destacar que los métodos de inoculación de *Fusarium* en condiciones controladas son necesarios para la identificación de fuentes de resistencia a patógenos en corto espacio de tiempo, reduciendo los costos



de evaluación, minimizando el efecto del ambiente y la incidencia de otros patógenos, además de esto, posibilitando la evaluación de diversos genotipos simultáneamente (Lima, 2018).

Varios estudios de inoculación de *Fusarium* han sido realizados con el cultivo de maracuyá en ambiente controlado (Dariva, 2011; Silva et al., 2011; Flores et al., 2012; Silva et al., 2013; Flores e Bruckner, 2014; Lima, 2018), no obstante, las investigaciones no han presentado resultados consistentes y aplicables, que proporcionen total precisión para la evaluación del comportamiento de genotipos sobre condiciones controladas.

El Programa de Mejoramiento Genético de Maracuyá de Embrapa se ha enfocado en diversas estrategias de cruzamientos para obtener progenies segregantes para resistencia a *Fusariosis* que serán incorporadas en ciclos de retrocruzamientos con cultivar comercial (*P. edulis*). Algunos híbridos fueron obtenidos en diferentes estrategias y están siendo utilizados para la obtención de los híbridos de *P. edulis* x *P. gibertii*. Los híbridos interespecíficos resistentes también podrán ser usados como portainjerto, siempre y cuando los genes estén fijados en un conjunto de plantas seleccionadas o que las plantas sean multiplicadas vegetativamente. Estas plantas o clones podrán favorecer una mayor compatibilidad de la copa con el portainjerto (patrón) y así proporcionar un aumento de la productividad de las plantas injertadas.



Fotos: Onildo Nunes de Jesus

**Figura 1.** Plantas de maracuyá ácido con síntomas de marchitez de fusariosis (A); coloración ferrosa en el tallo (B); detalle ampliado del tallo destacando la coloración oxidada en el tallo (C).

## La injertación del maracuyá

La injertación del maracuyá puede ser hecha en diferentes especies de la familia *Passifloraceae* Juss. Ex Roussel, que cuenta con 576 especies (Ocampo e D'Eeckenbrugge 2017). Tales especies presentan variabilidad genética para características morfológicas de la flor, ramas, hojas y frutos (Jesus et al., 2017) y también para la resistencia a enfermedades, siendo distribuidas en Américas Tropical, así como en el Sudeste de Asia y Oceanía (Krosnick et al., 2013).

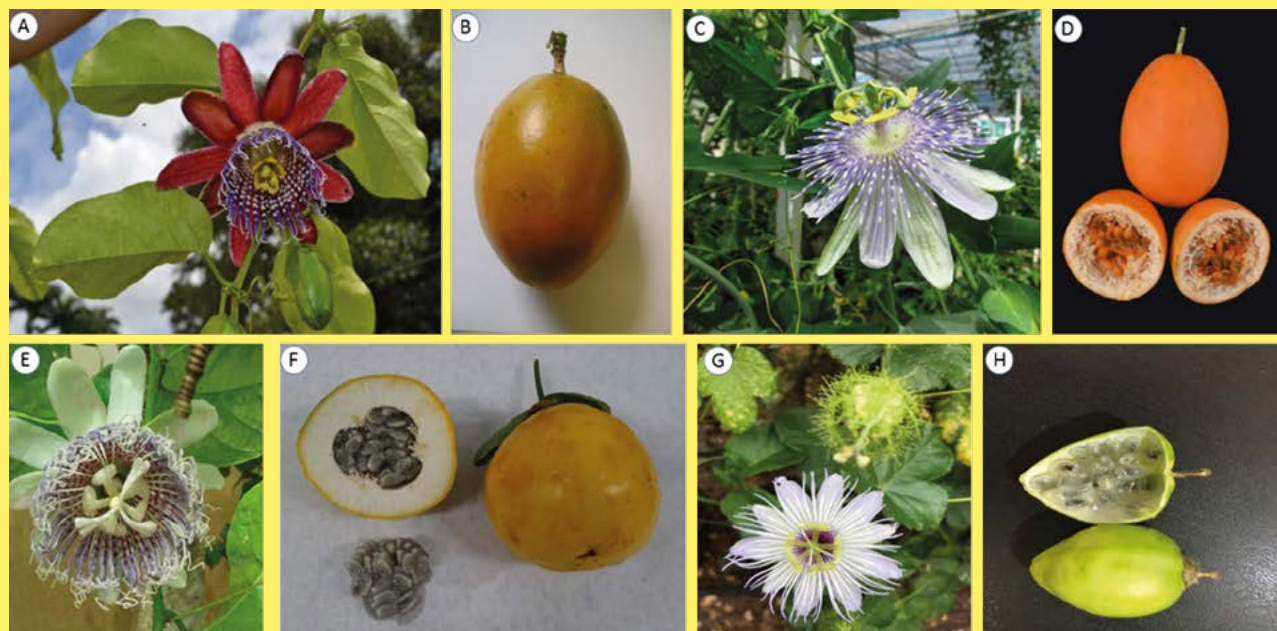
Las especies silvestres del género *Passiflora* L. poseen potencial ornamental, alimenticio, medicinal y nutracéutico (Soares et al., 2015; Figueiredo et al., 2016; Belo et al., 2018). La gran diversidad genética de este género y de suma importancia para los programas de mejoramiento genético, por contener genes de resistencia a las principales enfermedades o ser utilizadas como porta-injerto apuntando a la producción con antecedentes de fusariosis (Santos et al., 2012; Faleiro et al., 2015; Freitas 2015; Ocampo et al., 2016; Freitas et al., 2016b).

El uso de plántulas injertadas en especies resistentes puede ser una forma alternativa de manejo a corto plazo, apuntando a la sustentabilidad de la Passicultura en áreas con antecedentes de fusariosis, pues la aplicación de agroquímicos no es eficiente (Torres Filho e Ponte, 1994; Machado et al., 2015). Esta técnica también contribuye al establecimiento de cultivos técnicamente superiores, a depender del porta-injerto y de la copa utilizada, si comparamos con aquellos formados por semillas (Menezes et al., 1994; Roncatto et al., 2004) y puede garantizar, como en el pasado producción por más de dos años.

Las especies de *P. nitida* Kunth, *P. gibertii* N. E. Br e *P. alata* Curtis (Menezes et al., 1994; Roncatto et al., 2004) son las más citadas en la literatura, sin embargo, otras especies también han sido identificadas como resistentes a la *fusariosis*, como por ejemplo *P. cincinnata* Mast., *P. capsularis* L., *P. laurifolia* L., *P. morifolia* Mast., *P. foetida* L. (Roncatto et al., 2004; Cavichioli et al., 2011a; Cavichioli et al., 2011b; Silva et al., 2017) (Figura 2). Existe, entre tanto, una amplia variación en cuanto a la infección por *Fusarium* entre y dentro de las accesiones y especies de *passiflora* que son conservados en los bancos de germoplasma.

Existen varios relatos de uso de la injertación en maracuyá (Chaves et al., 2004; Cavichioli et al., 2009; Corrêa et al., 2010; Rezende et al., 2017) y pocos y recientes estudios de campo en Brasil (Cavichioli et al., 2014; Silva et al., 2017; Ambrósio et al., 2018) a pesar que Sudáfrica ya practicara la injertación en sus cultivos comerciales (Nogueira Filho et al., 2010a; Nogueira Filho et al., 2010b). La utilización de las especies silvestres como porta-injertos han presentado dificultades por las diferencias de diámetro entre el porta-injerto y el injerto (copa) de maracuyá ácido (Chaves, 2004). Algunas especies silvestres de *passifloras* son restringidas a los bancos de germoplasma y otras son menos vigorosas (Cavichioli et al., 2008). Además de esto, la producción de plantas obtenidas por injerto, es menor a las obtenidas por semillas (Lima, 2018). La baja producción de plántulas injertadas también parece estar relacionada a la especie de *passiflora* utilizada como porta-injerto y al cultivar usado como copa (Lima, 2018). La evaluación de nuevas opciones de porta-injertos, su mejor combinación con la copa del cultivar y la adaptación al sitio de siembra son etapas importantes para la recomendación de materiales injertados en determinados polos de producción. Posiblemente, una mejor productividad podrá ser obtenida si el portainjerto es un híbrido entre especies silvestres resistentes a *fusariosis* y la especie comercial (*P. edulis*), pues proporcionará una mayor compatibilidad fisiológica entre la copa y el porta-injerto. Además de esto, por presentar mayor proximidad genética con la copa, se espera que el vigor y la productividad de plantas injertadas en estos híbridos sean semejantes o superiores a las plantas no injertadas.

La injertación es una técnica bastante utilizada en frutales, no en tanto, para la cultura del maracuyá aún presenta restricciones para su uso generalizado (Meletti, 2000) en los polos de producción. Entre los factores están el mayor tiempo para la formación de las plantas, mayor costo de producción, dificultad de obtención y germinación de especies silvestres utilizadas como porta-injerto (Siqueira e Pereira, 2001) y baja producción de frutos para algunas combinaciones entre copa y porta-injerto (Lima, 2018). Adicionalmente, el tiempo para el trasplante es mayor, la carga de las plántulas en campo exige mano de obra especializada en esta técnica (Cavichioli et al., 2011a; Nogueira Filho et al., 2011). Sin embargo, esta técnica es la mejor alternativa que se dispone en el momento para convivir con la enfermedad.



Fotos: Onildo Nunes de Jesus (A-D) e Fabio Gelape Faleiro (E-H)

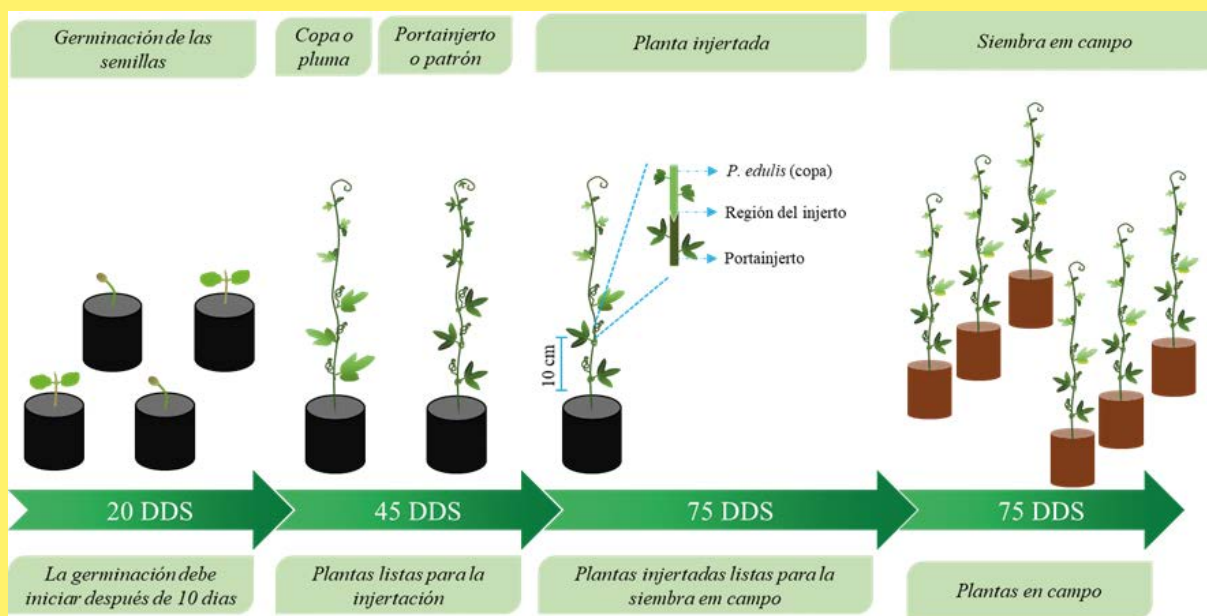
**Figura 2.** Algunas selecciones de especies silvestres de *Passiflora* utilizadas como porta-injertos. Flores (A) y frutos (B) de *Passiflora alata*; Flores (C) y frutos (D) de *Passiflora gibertii*; Flores (E) y Frutos (F) de *P. nitida* y Flores (G) y Frutos (H) de *P. foetida*.

## Etapas de producción de plántas injertadas de pasifloras

La producción de plantas se destaca entre las principales etapas para formación de huertos injertados, pues, depende del sustrato, ambiente utilizado para la formación de las plantas, habilidad y técnica de injertación utilizada, y porcentaje de prendimiento (pegamento) puede ser inferior al 50%, inviabilizando de este modo la utilización de plantas injertadas. Cuando el proceso de injertación es bien ejecutado, el prendimiento es superior al 90%. Para el uso efectivo de la técnica, se debe considerar la autocompatibilidad de la especie, haciendo necesario seleccionar para copa varios clones/plantas compatibles entre sí, que combinados producirán frutos de mejor calidad.

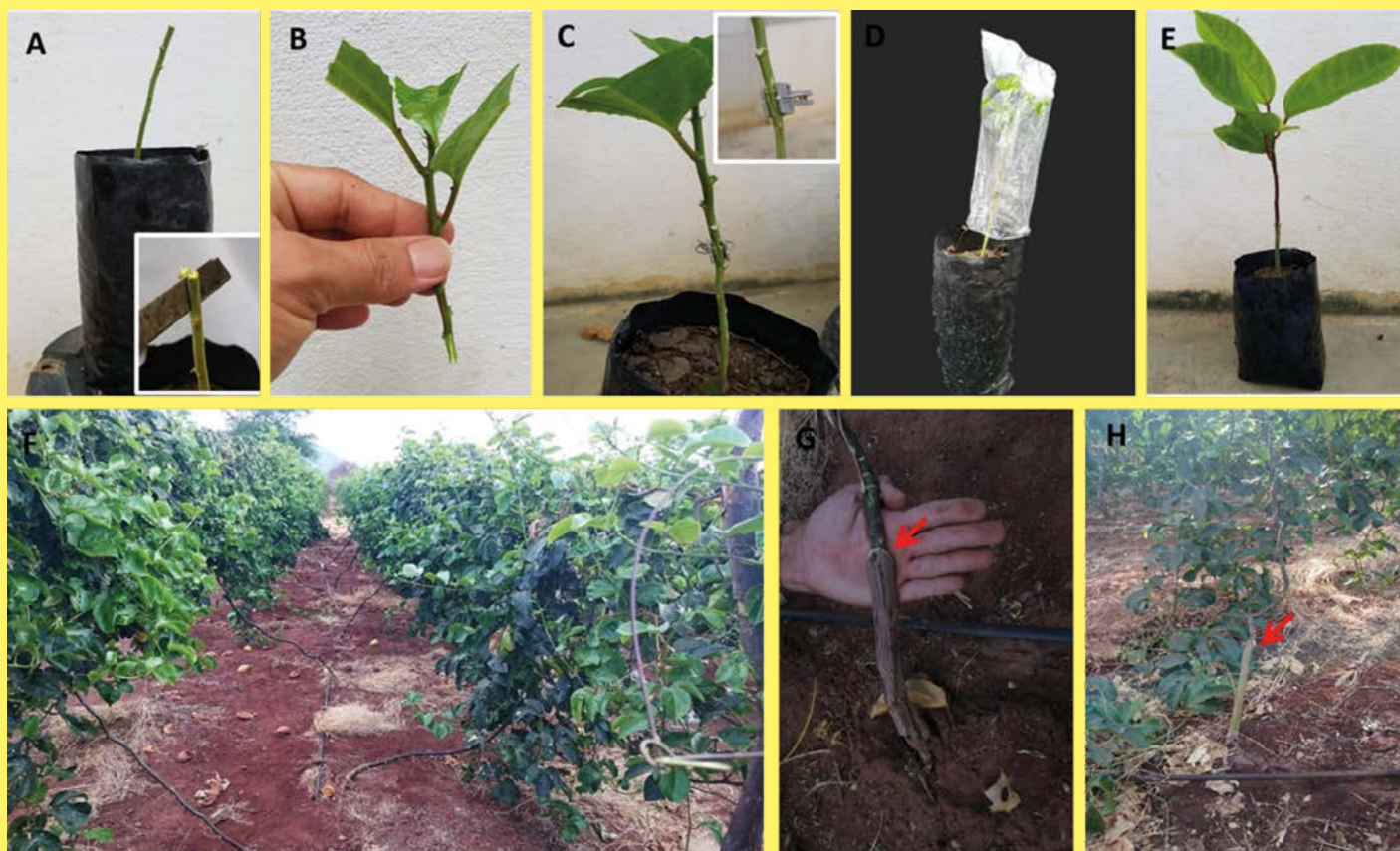
La selección del porta-injerto para producción en áreas con presencia de patógenos del suelo debe ser basada en aspectos importantes como: I) porcentaje de tiempo de germinación; II) uniformidad y vigor de las plantas; III) compatibilidad del diámetro y compatibilidad anatómica entre copa y porta-injerto; IV) resistencia a los principales patógenos del suelo que afectan al maracuyá; V) adaptación a las condiciones edafoclimáticas y de cultivo y VI) desempeño agronómico similar o superior a plantas no injertadas.

La emergencia de las plántulas ocurre en promedio a los 10 días después de la siembra dependiendo de la especie y de la época de año. La siembra puede ser realizada directamente en bolsas de polietileno (22 cm x 12 cm) o en bandejas para posterior trasplante. A los 45 días después de la siembra, las plantas están listas para ser injertadas, la cual se debe realizar utilizando un corte superior en sentido longitudinal "púa terminal" (Machado et al., 2015, Girardi et al., 2018). Los porta-injertos debe ser cortados a una altura de 10 cm con una tijera, navaja o bisturí (Figura 3 e 4). En el sitio de corte, abrir un corte longitudinal de 1,0 cm, con ayuda de una navaja, cuchilla o bisturí. En el área abierta, se debe insertar el injerto (copa, pluma o esqueje), con cerca de 4 cm de longitud, obtenido a partir del ápice meristemático de plántulas provenientes de semillas o estacas sanas. La base de injerto (copa) debe ser cortada en forma de cuña en bisel doble y sus hojas deben ser podadas en 1/3 de su área. La copa debe ser insertada en el porta-injerto cuidadosamente, de modo que coincidan los tejidos del cambium, siendo la región del injerto protegida con ganchos o abrazadera de plástico con resorte, cinta adhesiva o cinta plástica (Machado et al., 2015, Girardi et al., 2018). A los 75 días después de la siembra, que equivale a 30 días después de la injertación, las plantas están aptas para la siembra en campo (Figura 3 e 4).



**Figura 3.** Procedimiento para la producción de planta injertadas de maracuyá amarillo o ácido (*P. edulis* Sims) en las condiciones de Cruz das Almas-BA.





Fotos: Onildo Nunes de Jesus

**Figura 4.** Porta-injerto con copa cortada y detalle (abajo) del corte en tipo púa terminal (A), punta del cultivar comercial de maracuyá ácido que será utilizado como copa (B), planta injertada y detalle del gancho (topo) utilizado para unir la región injertada (C), planta injertada en cámara húmeda (D), plantas injertadas listas para el campo (E), área de producción con plantas injertadas (F) y zona de injertación (flecha) en plantas adultas en producción (G-H).

La injertación hipocotiledonar también viene siendo usada como una técnica promisoriosa para la propagación de maracuyá ácido en la fase de plántulas (Roncatto et al., 2011; Nogueira Filho et al., 2010a; Nogueira Filho et al., 2010b; Santos et al., 2016a; Girardi et al., 2018). Sin embargo, se observó en campo la susceptibilidad de las plantas de *P. edulis* injertadas en especies resistentes como *P. gibertii*, lo que, según los autores, puede estar asociado a la altura de injerto que puede favorecer la entrada del patógeno dada la mayor proximidad de la copa (material susceptible) con el suelo (Santos et al., 2016b). Así mismo, en otros estudios nos fue observada muerte de plantas asociadas a este tipo de injertos (Cavichioli, 2008; Cavichioli 2011b). Estudios recientes utilizando injertos de tipo púa terminal a la altura de 10 cm en la misma área donde fue llevado a cabo el estudio de Santos et al., (2016b) demostraron que las plantas de *P. edulis* injertadas en *P. alata*, *P. nitida* y *P. gibertii* no manifestaron síntomas de *Fusarium*,

en cuanto que las plantas de *P. edulis* no injertadas presentaron una mortalidad superior al 80% (Lima, 2018).

Resultados de la evaluación en campo en municipios de Bahía (Cruz das Almas, Guanambi y Brumado) muestran que la producción de plantas injertadas es inferior cuando se comparó con plantas no injertadas en áreas sin ocurrencia de la enfermedad. En la región productiva del interior de Bahía (Brumado), mayor productor de maracujá amarillo, en áreas con ausencia de *fusariosis* fue obtenida una productividad media de 32,8 t ha<sup>-1</sup>, en cuanto en Cruz das Almas, en áreas con histórico de ocurrencia de marchitez de *Fusarium* la productividad fue de 2,4 t ha<sup>-1</sup>. La productividad de plantas injertadas sobre *P. gibertii* en Cruz das Almas fue de 13,2 t ha<sup>-1</sup>, siendo cerca de la media nacional que es de 14,1 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, de manera general el vigor vegetativo, es menor en las planas injertadas. Tales hechos refuerzan la necesidad de adecuar el sistema de producción de plantas injertadas, así como el evaluar nuevas opciones de porta-injertos y su combinación con el cultivar o copa.

El mantener la calidad pos-cosecha de los frutos es fundamental para la aceptación de los porta-injertos por parte de los productores. Algunas investigaciones muestran que no hay alteraciones significativas en la calidad de los frutos en función del porta-injerto utilizado (Cavichioli et al., 2011c; Hurtado-Salazar et al., 2015; Lima, 2018), siendo que en algunos porta-injertos proporcionaron mayor masa del fruto y rendimiento de pulpa (Lima, 2018).

## Bibliografía citada

AMBRÓSIO, M. *et al.*, Histological analysis and performance of sour passion fruit populations under different rootstocks resistant to *Fusarium* spp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2018.

BELO, G. O. *et al.*, Hybrids of *Passiflora*: *P. gardneri* versus *P. gibertii*, confirmation of paternity, morphological and cytogenetic characterization. **Euphytica**, v. 214, p. 1-13, 2018.

CAVICHIOLO, J. C. **Enxertia Hipocotiledonar e Convencional de Maracujazeiro-Amarelo Sobre Três Porta-enxertos**. 95 p. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2008.

CAVICHIOLO, J. C. *et al.*, Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 558-566, 2011a.

CAVICHIOLO, J. C. *et al.*, Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro-amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 567-574, 2011b.

CAVICHIOLO, J. C. *et al.*, Características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 906-914, 2011c.

CAVICHIOLO, J. C. *et al.*. Uso de câmara úmida em enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro amarelo sobre três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 532-538, 2009.

CAVICHIOLO, J. C.; KASAI, F. S.; NASSER, M. D. Produtividade e características físicas de frutos de *Passiflora edulis* enxertado sobre *Passiflora gibertii* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 243-247, 2014.

CHAVES, R. C. *et al.*, Enxertia de maracujazeiro azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p.120-123, 2004.

CORRÊA, L. S. *et al.*, Uso de câmara úmida em enxertia convencional de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 591-598, 2010.

DARIVA, J. M. *et al.*, Variabilidade genética de isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* associados ao maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 377-386, 2015.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. (Documentos, Nº 329). 26 p.

FALEIRO, F.G. *et al.*, Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. *In*: JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.15-37.

FIGUEIREDO, D. *et al.*, Aqueous leaf extract of *Passiflora alata* Curtis promotes antioxidant and anti-inflammatory effects and consequently preservation of NOD mice beta cells (non-obese diabetic). **International Immunopharmacology**, v. 35, p. 127-136, 2016.

FISCHER, I. H. *et al.*, Reação de maracujazeiro-amarelo ao complexo fusariose-nematoide de galha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 223-227, 2010.

FISCHER, I. H.; RESENDE, J. A. M. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). **Pest Technology, Kagawa**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

FLORES, P. S.; BRUCKNERII, C. H. Raios gama na sobrevivência de plantas de maracujazeiro amarelo inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 639-644, 2014.

FLORES, P. S. *et al.*, In vitro selection of yellow passion fruit genotypes for resistance to *Fusarium* vascular wilt. **Plant Cell Tiss Organ Cult** v. 108, n. 1, p. 37-45. 2012.

FREITAS, J. C. O. *et al.*, Sour passion fruit breeding: strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to *Cowpea aphid-born mosaic virus* (CABMV). **Scientia Horticulturae**, v. 211, p. 241-247, 2016a.

FREITAS, J. C. O. *et al.*, Resistance to *Fusarium solani* and characterization of hybrids from the cross between *P. mucronata* and *P. edulis*. **Euphytica**, v. 208, n. 3, p. 493-507, 2016b.

GIRARDI, E. A. *et al.* Técnica de enxertia para maracujazeiro azedo. **Circular técnica**, v. 121, p.1-4, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1080378/1/CircularTecnica121Publica42816Girardi.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2017.

HURTADO-SALAZAR, A. *et al.*, Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *Passiflora* cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 635-643, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento da produção nacional de maracujá no ano de 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 15 mar. 2020.

JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Changes in the aroma of organic passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) during ripeness. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, p. 612-624, 2014.

JESUS, O. N. *et al.*, (org). **Illustrated morpho-agronomic descriptors for *Passiflora* spp.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livro científico, 2017. 122 p.

KIELY, T.B.; COX, J. E. Fusarium wilt disease of passion vines. **The Agricultural Gazette of New South Wales** v. 72, p. 275-276, 1961.

KROSNICK, S.E. *et al.*, New insights into the evolution of *Passiflora* subgenus *Decaloba* (*Passifloraceae*): phylogenetic relationships and morphological synapomorphies. **Systematic Botany**, v. 38, p. 692-713, 2013.

LIMA, L. K. S. *et al.*, Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passionfruit on *Passiflora* spp. Rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 215, p. 134-141, 2017.

LIMA, L. K. S. **Espécies DE *Passiflora* e sua combinação de enxertia no manejo da fusariose**. 130 p. 2018. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2018.

MACHADO, C. F. *et al.*, Enxertia do maracujazeiro: técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo. **Circular técnica**, v. 116, p.1-15, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1030105/1/CircularTecnica11625514Cristina.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MACHADO, C. F. *et al.*, **Guia de identificação e controle de pragas na cultura do maracujazeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 94p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170600/1/Cartilha-Guia-de-identificacao-e-controle-de-pragas-na-cultura-do-maracujazeiro.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Epidemiologia de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ABDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. 398p.

MELETTI, L. M. M. (coord.). **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239 p.

MENEZES, J. M. T. *et al.*, Avaliação da taxa de pagamento de enxertos de maracujá amarelo sobre espécies tolerantes à "morte prematura de plantas". **Científica**, v.22, n.1, p. 95-140, 1994.



NOGUEIRA FILHO, G. C. *et al.*, Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo por enxertia hipocotiledonar sobre sete espécies de passifloras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 237-245, 2011.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G. R.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro-amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 535-543, 2010a.

NOGUEIRA FILHO, G. C. *et al.*, Estudo da enxertia hipocotiledonar do maracujazeiro amarelo sobre dois porta-enxertos, através de microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 647652, 2010b.

OCAMPO, J.; MORALES, G. Aspectos generales de la Gulupa (*Passiflora edulis f. edulis* Sims). In: OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K. (ed.) **Tecnología para el cultivo de la Gulupa en Colombia (*Passiflora edulis f. edulis* Sims) Purple Passion Fruit**. Bogotá, Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano/Centro Internacional de Agricultura Tropical/Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012. p. 07-12.

OCAMPO, J. P.; D'EECKENBRUGGE, G. C. Morphological characterization in the genus *Passiflora* L. an approach to understanding its complex variability. **Plant Systematics and Evolution**, v.303, p. 531-558, 2017.

OCAMPO, J.; ARIAS, J. C.; URREA, R. Interspecific hybridization between cultivated and wild species of the genus *Passiflora* L. **Euphytica**. v. 209, p. 395-408, 2016.

ORTIZ, E.; HOYOS, L. M. C. Descripción de la sintomatología asociada a fusariosis y comparación con otras enfermedades en gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) en la región del Sumapaz (Colombia). **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 6, p. 110-116, 2012.

PREISIGKE, S. *et al.* Genetic variability of *Passiflora* spp. against collar rot disease. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 1, p. 69-74, 2015.

REZENDE, M. I. F. L.; ARAÚJO NETO, S. E.; LUSTOSA, C.; HAFLE, O. M.; PINTO, G. P. Grafting for the recovery of yellow passion fruit stem in organic system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. 1-8.

RONCATTO, G.; ASSIS, G. M. L. de; OLIVEIRA, T. K. de; LESSA, L. S. Aspectos vegetativos de combinações copa/porta-enxerto em maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 3, p. 791-797, 2011.

RONCATTO, G. *et al.*, Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2004.

SANTOS, C. H. B. *et al.*, Rootstocks and tying materials for hipocotyledonar grafting of yellow passion fruit. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 30-35, 2016a.

SANTOS C. H. B.; OLIVEIRA E. J.; LARANJEIRA F. F.; JESUS O. N.; GIRARDI E. A. Growth, fruit set, and fusariosis reaction of yellow passion fruit grafted onto *Passiflora* spp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, 2016b.

SANTOS FILHO, H, P; SANTOS, C. C. F. In: SANTOS FILHO, H, P; JUNQUEIRA, N. T.V. **Maracujá: Fitossanidade**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 12-21.

SANTOS, E. A. *et al.*, Confirmation and characterization of interspecific hybrids of *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) for ornamental use. **Euphytica**, v. 184, n. 3, p. 389-399, 2012.

SOARES, T. L. *et al.*, Reproductive biology and pollen–pistil interactions in *Passiflora* species with ornamental potential. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 339–349, 2015.

SILVA, R.M. *et al.*, Reação de cultivares de maracujazeiro em áreas com fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 98-102, 2017.

SILVA, A. dos S. *et al.*, Identification of passion fruit genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Passiflorae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 3, p. 236-242, 2013.

SILVA, A. dos S. *et al.*, **Seleção de metodologias para inoculação da fusariose do maracujazeiro causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 51). 20 p.

SILVA, R. M. *et al.*, Reação de cultivares de maracujazeiro em áreas com fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 98-102, 2017.

SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, W. E. Propagação. In: BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M. C. (ed.). **Maracujá: tecnologia de produção de pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto alegre: cinco continentes, 2001. p. 85-137.

TORRES FILHO, J.; PONTE, J. J. Estudo sobre o controle da bacteriose ou “morte precoce” (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*) do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Fitopatologia Brasileira**, v.19, n 3.1, p.3438, 1994.

VACA-VACA, J. C. *et al.*, First report of a begomovirus presents in yellow passion-fruit [*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Degener)] in Valle del Cauca, Colombia. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v.18, n. 2, p. 56-65, 2016.



Fotos: Fabiano Bastos

## ***CAPÍTULO 13***

### **Especies y cultivares utilizados como plantas ornamentales**

Fábio Gelape Faleiro  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Jamile da Silva Oliveira  
Nelson Pires Feldberg  
Araci Molnar Alonso  
Michelle Souza Vilela







## Importancia económica y social

La cadena productiva de flores y plantas ornamentales se viene destacando en el escenario económico y registrando altas tasas de crecimiento, siendo una importante alternativa para la generación de empleo y rentabilidad (Alonso e Souza-Silva, 2012). Según la Agencia Sebrae (2015a), la floricultura brasilera viene creciendo cada año, en diferentes segmentos como el sector de grama-césped, plantas ornamentales para paisajismo y jardinería, flores y follajes de corte y flores y plantas en macetas. Sin considerar el sector de producción de grama, datos suministrados por el Instituto Brasileiro de Floricultura, IBRAFLO (2020), aportan la existencia de más de 8.000 productores de flores en Brasil, ocupando un área superior a 15.000 ha con el cultivo de más de 350 especies con cerca de 3.000 variedades, generando cerca de 20.000 empleos directos. Lima-Junior et al., (2015) consideran el mercado de flores y plantas ornamentales bastante dinámico, pues, de un lado, hay consumidores en busca de novedades y, de otro lado, un sector productivo que realiza inversiones con el objetivo de mejorar la oferta de productos.

Consecuentes con esta realidad, muchas especies de maracuyás (*Passiflora* spp.) y sus híbridos interespecíficos pueden ser una excelente oportunidad para la cadena productiva, pues presentan un gran potencial de uso como plantas ornamentales en Brasil (Faleiro et al., 2011; 2018a; 2020). En el nivel internacional, Peixoto (2005) relata el inmenso potencial del género *Passiflora* y su uso en países del hemisferio norte, hace más de un siglo, en la decoración y generación de rentabilidad a los productores y, más recientemente, a la presencia de especies e híbridos de *Passiflora* ornamental en supermercados europeos y norte-americanos.

A pesar de todo este potencial, la utilización de especies e híbridos del género *Passiflora* en la modalidad ornamental aún es muy pequeña en muchos países (Faleiro et al., 2017a). Países que cultivan varias especies de *Passiflora* para producción de frutos, como Brasil y Colombia, prácticamente no aprovechan comercialmente el potencial de estas especies como planta ornamental. Se trata de un mercado nuevo a ser implementado, desarrollado y fortalecido en muchos países considerando el lanzamiento de cultivares, establecimiento de logística de producción y comercialización de plántulas y acciones de marketing junto a arquitectos, paisajistas, urbanistas y consumidores finales (Faleiro et al., 2017a).

Algunas especies de *Passiflora* son cultivadas con doble propósito, o sea, para producción de frutos y también como ornamental. Es común encontrar planta de *Passiflora* en patios traseros y jardines, cubriendo pérgolas, portones, o formando cercas vivas y barreras visuales, con fines ornamentales o para sombreamiento, más principalmente para producción de frutos para consumo doméstico. En este contexto, Kinupp y Lorenzi (2014) y Lorenzi (2015) apuntan a la *P. alata* y *P. coccinea* como especies adecuadas para jardines y huertos domésticos. El uso culinario de las Pasifloras como

Planta Alimenticia No Convencional (PANC) también es mencionado, donde Kinupp e Lorenzi (2014) presentan recetas con frutos maduros y/o inmaduros (cáscaras, entrecáscaras, semillas y pulpa) con las especies *P. alata*, *P. caerulea*, *P. coccinea*, *P. micropetala*, *P. nitida* y *P. quadrangularis*, y también con flores de *P. caerulea* en la decoración de platos de alta gastronomía como comestibles. Existe una diversidad de usos para las pasifloras, los cuales pueden agregar valor a las especies y así traer otras oportunidades, en mayor o menor escala.

## Características morfológicas

Existe una gran diversidad de especies e híbridos interespecíficos del género *Passiflora* que pueden ser utilizados para fines ornamentales (Faleiro et al., 2012; 2020; Junqueira et al., 2017). Entre las características deseables de estas especies e híbridos, pueden ser citadas la belleza, exuberancia, durabilidad y abundancia de las flores y hojas, o floración continua en diferentes meses o estaciones del año, la mayor resistencia a plagas y enfermedades y la mayor longevidad de las plantas. Dentro de la línea de la fruticultura ornamental, sería interesante que las plantas produjesen frutos bonitos y comestibles. Para la ornamentación de pérgolas, otra característica importante es la producción de un follaje bonito y denso que posibilite un rápido sombreado, y también mayor resistencia a las principales enfermedades y plagas que afectan sus hojas.

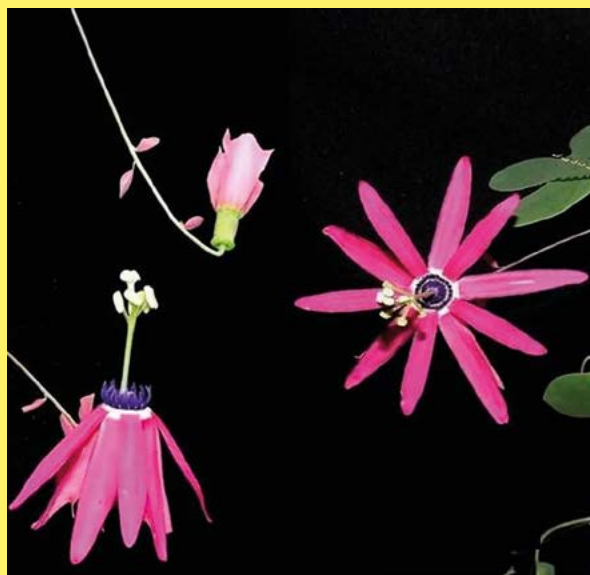
Junqueira et al., (2017) mencionan las características morfológicas y fisiológicas de varias especies con potencial ornamental. Entre las especies, se pueden destacar algunas que presentan coloraciones de flores púrpuras (*P. cincinnata*, *P. junqueirae*) (Figura 1), lilas (*P. edmundoi*, *P. kermesina*) (Figura 2), rosadas (*P. triloba*, *P. gardneri*) (Figura 3), rojas (*P. tholozanii*, *P. coccinea*) (Figura 4) y blancas (*P. setacea*) (Figura 5). Kinupp y Lorenzi (2014) también citan a la especie *P. caerulea* con fines ornamentales en Francia, Alemania y Suiza, tanto por su belleza como por la resistencia al frío. A cada año, son descritas nuevas especies con potencial ornamental, como el ejemplo de la *Passiflora faleiroi* Imig (Imig y Amano, 2019) que presenta flores blancas con tonalidades de amarillo y frutos comestibles, además de una alta resistencia a enfermedades incluyendo la virosis (Figura 5).

Es importante resaltar que frente a la riqueza y la belleza de las especies y de los híbridos de pasifloras, hay genotipos que pueden ser utilizados como base para nuevos cruzamientos a fin de generar nuevas opciones de colores y formas para traer novedades y dar sustentabilidad a la cadena productiva de flores y plantas ornamentales.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro y Tassiane Pereira Junqueira

**Figura 1.** *Passiflora cincinnata* Mast y *Passiflora junqueirae* Imig & Cervi.



Fotos: Tassiane Pereira Junqueira

**Figura 2.** *Passiflora edmundoi* Sacco y *Passiflora kermesina* Link & Otto.





Fotos: Tassiane Pereira Junqueira

**Figura 3.** *Passiflora triloba* Ruiz & Pav. ex DC. y *Passiflora gardnerii* Mast.

Fotos: Tassiane Pereira Junqueira y Susan Araya

**Figura 4.** *Passiflora tholozanii* Sacco y *Passiflora coccinea* Aubl.





Fotos: Fabiano Bastos y Nilton Junqueira

**Figura 5.** *Passiflora setacea* DC. e *Passiflora faleiroi* Imig.

## Condiciones de clima y suelo para el cultivo comercial

Debido al amplio número de especies del género *Passiflora* que pueden ser cultivadas como plantas ornamentales, es posible su uso en diferentes condiciones de clima y suelo, como acontece en las más diversas regiones del mundo (Faleiro et al., 2017a). Estudios evidencian que muchas de estas especies presentan características morfológicas, fisiológicas y agronómicas de plantas ornamentales (Junqueira et al., 2017; Nóbrega et al., 2017).

Los cultivos comerciales de pasifloras pueden ser realizados para ornamentación de jardines, sea en revestimiento de cercas, muros o pérgolas (Figura 6) y también para siembras en macetas (Ulmer e MacDougal, 2004) (Figura 7). En el caso del paisajismo de grandes áreas, las diferentes especies e híbridos poseen varios tipos de visitantes florales, siendo que las mariposas y los colibrís potencializan aún más las características ornamentales de las pasifloras (Figura 8). Otra posibilidad de uso comercial de las pasifloras ornamentales son composición en arreglos de flores (Figura 9) y frutos (Figura 10). Cuando son conducidas en muros o pérgolas, las plantas suministran sombreado intenso, además de floración abundante.

Algunas especies e híbridos de *Passifloras* son usadas en la estructuración de Mariposarios en zoológicos (Campos Neto, 2005) (Figura 11) y en otros espacios utilizados para intervención educativa y popularización de la ciencia. Los mariposarios son considerados como un espacio de ocio contemplativo de investigación, de conservación de la biodiversidad y como una herramienta multifuncional de educación ambiental (Campos Neto, 2005), siendo un lugar de diversión y aprendizaje para niños y adultos (Revista Crescer, 2015). Es evidente, que la belleza visual y táctil de estas plantas está en la estructura florales, en la diversidad de las hojas, de los tallos, ramas y zarcillos, de los frutos, así como de los aromas. Demattê y Coan (1999), al indicar plantas para composición de jardines medicinales, citan a *Passiflora alata* por ser un frutal, medicinal y ornamental, con presencia de flores grandes y extremadamente atractivas. Las pasifloras también tienen una función en el ecosistema de alimentar la fauna, como también depende esta, de los polinizadores, para la producción de sus frutos. Estos diferentes usos fortalecen y valorizan la rica diversidad de las pasifloras (Ferreira et al., 2018).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 6.** Cultivo de pasifloras ornamentales en cercas, muros e pérgolas para paisismo de pequeñas y grandes áreas.





Fotos: Jamile da Silva Oliveira

**Figura 7.** Cultivo de passifloras ornamentales en macetas.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro y John Ocampo

**Figura 8.** Visitantes florales de passifloras ornamentales.





Fotos: Fábio Gelape Faleiro

**Figura 9.** Uso de passifloras en la composición de arreglos de flores en vasos y copas.





Fotos: Fábio Gelape Faleiro y Adalberto Rodríguez Carlosama – CDT Cepass

**Figura 10.** Uso de pasifloras en la composición de arreglos de frutos y de arreglos florales.



Fotos: Fábio Gelape Faleiro (A) y Divulgación, Revista Crescer, 2020 (B)

**Figura 11.** Mariposario del Zoológico de Brasília (A), como espacio de diversión y aprendizaje para niños y adultos (B).

## Variedades y cultivares disponibles

Se puede decir que prácticamente todas las 526 especies del género *Passiflora*, y los centenares de híbridos interespecíficos presentan potencial ornamental. Varios híbridos de *Passiflora* han sido obtenidos para fines ornamentales (Abreu et al., 2009; Santos et al., 2012; Melo et al., 2016). Con base en este gran potencial, la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA inició el desarrollo de híbridos interespecíficos de *Passiflora* apuntando exclusivamente al mercado de plantas ornamentales. Estos trabajos con inicio en los años 2000 permitieron, en el año 2007, el registro de los primeros cultivares - híbridos BRS Estrela do Cerrado, BRS Rubiflora e BRS Roseflora, las cuales presentan colores de flores rojas (Figura 11). En 2014, fueron registradas dos nuevos cultivares, la BRS Rosea Púrpura (BRS RP) y la BRS Céu do Cerrado (BRS CC) con flores de coloración rosada y azulada, respectivamente (Figura 12). Estos cultivares fueron lanzados oficialmente en 2019, cuando fueron ejecutadas las acciones de divulgación y marketing, además del establecimiento de alianzas público-privadas para la logística de producción y comercialización de plántulas (Embrapa, 2020). Los cultivares de maracuyás ornamentales, lanzados por EMPBRAPA, fueron seleccionados con base en la cantidad y la belleza de las flores, longevidad de las plantas y también en la mayor resistencia de plagas y enfermedades (Faleiro et al., 2008; 2014; 2017b).



**Figura 12.** Híbridos de maracuyás ornamentales lanzados por Embrapa y aliados.

Es relevante resaltar, considerando que la innovación varietal permanente se identifica como uno de los factores críticos de éxito para la venta competitiva de flores y plantas por parte de los productores, pues el consumo de flores y plantas ornamentales en todo el mundo es volátil y sujeto a ciclos de moda en busca permanente de novedades (Sebrae, 2015b). Por lo tanto, Embrapa y sus aliados, al lanzar esos materiales de maracuyás ornamentales, cumplen con su rol para la sociedad al proporcionar nuevas opciones que estarán disponibles para el mercado de plantas ornamentales.

## Implementación y principales manejos culturales

Como toda planta, estos materiales también exigen cuidados especiales relacionados con la nutrición e irrigación de las plantas (Faleiro e Junqueira, 2016). Un desafío para el maracuyá ornamental es trabajar en alternativas de exposición, considerando que las flores duran apenas un día. Debido a esa poca duración para una flor, es importante que haya condiciones adecuadas de manejo, como tutorado, nutrición, podas y riego, a fin de proporcionar estabilidad de las plantas y floraciones continuas.

Como son plantas escandentes (trepadoras), para su implementación, son necesarias estructuras con hilos de alambre, maderas o pantallas que sirvan de soporte para el crecimiento de las plantas. Los cultivares de maracuyás, cuando se adaptan al ambiente y al sistema de conducción, forman cortinas voluminosas que ofrecen una sensación de frescura, como también sombreamiento, confort ambiental y floraciones abundantes y continuas a lo largo del año.

En este contexto, Backes (2013) considera al maracuyá, dentro de las trepadoras productivas para uso en Paisajismo Productivo, como planta para complementar con otros elementos del sistema, cubriéndolos, o rodeándolos sin robar espacio, más confiriéndoles un carácter adicional productivo, estético y agradable, además del importante papel en la bio-climatización de ambientes, pues puede formar una “shade house” (casa de sombra) la cual produce un aire fresco en los meses cálidos.

## Principales plagas y enfermedades

Considerando la amplia diversidad de especies e híbridos de pasifloras utilizadas como plantas ornamentales, la presencia de plagas y enfermedades puede ser mayor o menor dependiendo de la genética de la planta y de las condiciones ambientales. Diversas enfermedades y plagas pueden afectar de manera aislada o conjunta causando daños a las raíces, hojas, flores y frutos. Estos daños pueden ser irreversibles dependiendo de la severidad de las enfermedades y plagas. En el huerto, se debe tener un cuidado especial con las hormigas y termitas, pues en pocas horas, toda la planta puede ser consumida por estos insectos. Otras plagas pueden causar daños significativos a las Pasifloras como orugas, chinches, brocas o perforadores, moscas, coleópteros, algunas especies de abejas, pulgones, trips y cochinillas, además de ácaros y nematodos.

Entre las principales enfermedades que afectan a las pasifloras ornamentales, se pueden destacar aquellas causadas por hongos (antracnosis, Damping off, verrugosis, septoriosis, fusariosis, pudrición del cuello), bacterias (chancro bacteriano, marchitez bacteriana) y virus (virus del endurecimiento de los frutos, Begomovirus, virus de la pinta verde, entre otros).



Para el control de estas plagas y enfermedades, se deben utilizar los principios de manejo integrado, los cuales son basados en la combinación de diferentes estrategias de control (cultural, biológico, genético y químico). El control químico debe ser la última alternativa y debe ser efectuada solo cuando las plagas alcancen el nivel de daño económico. Para utilizar los principios de manejo integrado, el productor debe ser capaz de diagnosticar con precisión la plaga o enfermedad y conocer las diferentes estrategias de control que deben ser utilizadas de forma integrada (Machado et al., 2017). Muchas veces, cuando el nivel poblacional de la plaga o enfermedad es bajo, el uso de control químico puede no ser necesario, disminuyendo los costos y los impactos ambientales.

## Vías de comercialización y agregación de valor

La cadena productiva de maracuyás ornamentales ofrece varias oportunidades de generación de empleo e ingresos. La producción de estacas enraizadas de híbridos de maracuyá ornamental propagados vegetativamente es una de estas oportunidades (Faleiro et al., 2018b; 2019). Con estas estacas enraizadas, se puede agregar valor al producto, desarrollando estas plantas en diferentes tipos de macetas o decorados. Una planta de maracuyá ornamental puede ser ofertada en macetas estructurados, o sea, en macetas con soportes que permitan el desarrollo y floración de la planta.

La viabilidad económica de los maracuyás ornamentales que aún no tiene una cadena productiva totalmente estructurada va a depender de la relación entre oferta y demanda, más principalmente, de trabajos de divulgación, marketing y desarrollo de mercado para una debida presentación de todas las potencialidades del producto tecnológico. En muchos países del hemisferio norte, la producción de plántulas y cultivo es una actividad altamente rentable y viable económicamente. Una plántula o planta de maracuyá ornamental puede costar más de US\$100 (cien dólares).

Las pasifloras poseen una diversidad genética gigante y valiosa la cual puede ser utilizada en la generación de empleo e ingresos en toda la cadena productiva y conquistar consumidores en el mercado nacional e internacional. Para que las diferentes especies e híbridos de maracuyá ornamental sean utilizados de forma práctica y económica, son importantes acciones de investigación y desarrollo, así como acciones de transferencia de tecnología, al igual que la organización de la cadena productiva de cada especie o híbrido en el sentido de desarrollar nuevos procesos y productos, y conquistar nuevos consumidores y nuevos mercados, además de ser una opción más para diversificar los cultivos para el agricultor.

Dentro de los temas abordados por la Agenda Estratégica de la Cadena de Flores y Plantas Ornamentales, está la Investigación, Desarrollo e Innovación, para los cuales las inversiones en ID&I son de suma importancia para que el sector evolucione y genere ingresos, y donde la Cámara Sectorial Federal de Flores y Plantas Ornamentales tiene un papel importante en este sector (Lima-Junior et al., 2015).



Para el desarrollo de esta cadena productiva, también es necesario la participación de la iniciativa privada en el desarrollo de la logística de producción y comercialización de plántulas, sumado a las acciones de promoción de nuevos cultivares y desarrollo de mercados. La integración de arquitectos y paisajistas, en el sentido de utilizar la diversidad de las plantas en sus proyectos, también es fundamental. Para finalizar, frente a toda esa importancia, se puede resaltar que las pasifloras alimentan los ojos por la belleza, el cuerpo por los beneficios para la salud y la nutrición, alimenta la fauna y también a los polinizadores, generan empleo, ingresos y nuevas oportunidades, y alimenta el alma a través del arte, riqueza e importancia para la vida.

## Bibliografia citada

ABREU, P.P. *et al.*, Passion flower hybrids and their use in the ornamental plant market: perspectives for sustainable development with emphasis on Brazil. **Euphytica**, v. 166, p. 307–315, 2009.

AGÊNCIA SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**: volume 1 - o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. Brasília, DF: SEBRAE, 2015a. Disponível em: [http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO\\_BR\\_Estudios\\_Mercadologicos\\_2015\\_Vol1.pdf](http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO_BR_Estudios_Mercadologicos_2015_Vol1.pdf). Acesso em: 03 fev. 2020.

AGÊNCIA SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**: volume 3 - o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. Brasília, DF: SEBRAE, 2015b. Disponível em: [http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO\\_BR\\_Estudios\\_Mercadologicos\\_2015\\_Vol3.pdf](http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO_BR_Estudios_Mercadologicos_2015_Vol3.pdf). Acesso em: 03 fev. 2020.

ALONSO, A. M.; SOUZA-SILVA, J. C. **A floricultura no Distrito Federal**: perspectivas para o setor. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2012. 41 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 310). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/92989/1/doc-310.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

BACKES, T. Paisagismo produtivo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, p. 47-54, 2013.

CAMPOS NETO, F.C. Utilização das Passifloraceae na criação de borboletas. *In*: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (ed.) **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-210.

DEMATTÊ, M.E.S.P.; COAN, R.M. **Jardins com plantas medicinais**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 65p.

EMBRAPA. **Lançamento Oficial das Cultivares de Maracujazeiro Ornamental de Flores Vermelhas, Roseas e Azuis**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2020. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/lancamentooficialornamental/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

FALEIRO, F. G. *et al.*, **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares**: resultados de pesquisa 2005-2008. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 59 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Nº 207). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571866/1/bolpdp207.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Conservação e caracterização de espécies silvestres de maracujazeiro (*Passiflora* spp.) e utilização potencial no melhoramento genético, como porta-enxertos, alimentos funcionais, plantas ornamentais e medicinais**: resultados de pesquisa. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2012. (Documentos, Nº 312). 34 p.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase II**: resultados de pesquisa 2008-2012. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. (Documentos, Nº 324). 102 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1019176/1/doc324.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase III**: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017b. (Documentos, Nº 324). 171 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178286/1/Doc-341-Fabio-Faleiro-final.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2016. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). 341 p.

FALEIRO, F.G. *et al.*, Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M.A. *et al.*, (ed.) **Pré-melhoramento de plantas**: estado da arte e experiências de sucesso. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, DF. 2011. p. 550-570.

FALEIRO, F.G. *et al.*, Caracterização ecológica, morfológica, agrônômica e molecular das Passifloras e seu uso diversificado. In: MORERA, M.P. *et al.*, (ed.) **Maracujá**: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília, DF: ProImpress. 2018a. p. 51-65. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Produção de mudas de cultivares de maracujazeiro ornamental via enraizamento de estacas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018b. (Circular Técnica, Nº 36). 15 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184422/1/Circ-36.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G. *et al.*, Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. In: JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (ed.) **Maracujá**: do cultivo à comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2017a. p.15-37.

FALEIRO, F.G. *et al.*, Advances in passion fruit propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 41, n. e-155, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019155>. Acesso em: 03 fev. 2020.

FALEIRO, F.G. *et al.*, **Banco de germoplasma de *Passiflora* L.**: caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização. Brasília, DF: ProImpress, 2020. 139 p.

FERREIRA, T.E.; FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, J.S. **Os maracujás e as borboletas**: biodiversidade e fitossanidade. Beau Bassin, Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 44 p.

IBRAFLO. Instituto Brasileiro de Floricultura. **O mercado de flores no Brasil**. 2020. Disponível em: [https://354d6537-ca5e-4df4-8c1b-3fa4f2dbe678.filesusr.com/ugd/875639\\_f02d8909d93a-4f249b8465f7fc0929b4.pdf](https://354d6537-ca5e-4df4-8c1b-3fa4f2dbe678.filesusr.com/ugd/875639_f02d8909d93a-4f249b8465f7fc0929b4.pdf). Acesso em: 03 fev. 2020.

IMIG, D. C.; AMANO, E. A new species of *Passiflora* (subgenus *Passiflora*, Passifloraceae) from Bahia, Brazil. **Feddes Repertorium**, v. 0, p. 1-7, 2019.

JUNQUEIRA, N.T.V. *et al.*, Outras espécies de maracujazeiro com potencial de uso para alimentação, ornamentação e artesanatos. *In: JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N.* (ed.). Maracujá: do cultivo à comercialização. Brasília-DF: Embrapa, 2017. p. 81-99.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.

LIMA-JUNIOR, J.C. de. *et al.*, **Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. São Paulo: OCESP, 2015. 122 p. Disponível em: [https://354d-6537-ca5e-4df4-8c1b-3fa4f2dbe678.filesusr.com/ugd/b3d028\\_021591d828b1420d9db98c730a-d85e2a.pdf](https://354d-6537-ca5e-4df4-8c1b-3fa4f2dbe678.filesusr.com/ugd/b3d028_021591d828b1420d9db98c730a-d85e2a.pdf). Acesso em: 03 fev. 2020.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil**: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2015. 1120 p.

MACHADO, C.F. *et al.*, **Guia de identificação e controle de pragas na cultura do maracujazeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 94 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170600/1/Cartilha-Guia-de-identificacao-e-controle-de-pragas-na-cultura-do-maracujazeiro.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

MELO, C.A.F. *et al.*, Morphological characterization and genetic parameter estimation in back-crossed progenies of *Passiflora* L. for ornamental use. **Scientia Horticulturae**, v. 212, n. 91-103, 2016.

NÓBREGA, D.S. *et al.*, Agronomic descriptors and ornamental potential of passion fruit species. **Ornamental Horticulturae**, v. 23, n.3, p. 357-362, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1053>. Acesso em: 03 fev. 2020.

PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. *In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F.* (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 457-463.

REVISTA CRESCER. **Borboletários**: beleza e diversão garantida. Disponível em: <http://revista-crescer.globo.com/Revista/Crescer/0,,EMI132470-10441,00.html>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SANTOS, E.A. *et al.*, Confirmation and characterization of interespecific hybrids of *Passiflora* L. (Passifloraceae) for ornamental use. **Euphytica**, v. 184, p. 389-399, 2012.

ULMER, T.; MACDOUGAL, J.M. **Passiflora**: Passionflowers of the world. Timber Press: Portland, 2004. 430 p.

