

MARACUYÁ

de los recursos genéticos al desarrollo tecnológico

Editores técnicos

Marisol Parra Morera

Ana María Costa

Fábio Gelape Faleiro

Adalberto Rodríguez Carlosama

Carlos Carranza



MARACUYÁ

de los recursos genéticos al
desarrollo tecnológico

Editores técnicos

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

ProlImpress
Brasília, DF
2018

MARACUYÁ

de los recursos genéticos al
desarrollo tecnológico

Editores técnicos

*Marisol Parra Morera
Ana María Costa
Fábio Gelape Faleiro
Adalberto Rodríguez Carlosama
Carlos Carranza*

Revisión de texto

Geovane Alves de Andrade

Normalización bibliográfica

Letícia Gomes Teófilo da Silva - CRB 1/3098

Diseño gráfico, diagramación y portada

Leila Sandra Gomes Alencar

Foto de la portada

Fabiano Bastos

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)

M298m Maracuyá: de los recursos genéticos al desarrollo tecnológico / Editores técnicos, Marisol Parra Morera ... "[et al.]. - Brasília, DF : ProImpress, 2018. 233 p.: il. ISBN 978-85-540487-1-6 1. Banco de germoplasma. 2. Recursos genéticos. 3. *Passiflora*. 4. pré-mejoramiento. I. Morera, Marisol Parra. II. Costa, Ana Maria. III. Faleiro, Fábio Gelape, IV. Carlosama, Adalberto Rodríguez. V. Carranza, Carlos

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)

Alexander Gordillo Gaitan

Ingeniero Electrónico, magister en Gerencia de innovación empresarial, Investigador de La Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS)

Alexei Campos Dianese

Ingeniero Agrónomo, doctor en Fitopatología, investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Ana Maria Costa

Ingeniera Agrónoma, doctora en patología molecular, investigadora de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Angelo Aparecido Barbosa Sussel

Ingeniero Agrónomo, doctor en Agronomía-Fitopatología, investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Cristina de Fátima Machado

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

Daniel Trento do Nascimento

Graduado en Administración, doctor en Desarrollo Sustentable, investigador de Embrapa, en la Secretaría de Negocios, Brasília, DF

Eder Jorge de Oliveira

Ingeniero Agrónomo, doctor en Agronomía, Investigador de Embrapa Mandioca y Fruticultura, Cruz de las Almas, BA

Eduardo Augusto Girardi

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

Fábio Gelape Faleiro

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

Fabrício Santana Santos

Ingeniero Agrónomo, doctor en Fitotecnia, Fiscal Federal Agropecuario MAPA, Brasilia, DF

Geovane Alves de Andrade

Técnico en Agropecuaria con graduación en Letras, técnico da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Herbert Cavalcante de Lima

Ingeniero Agrónomo, doctor en Ciencia de los Alimentos, investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Jamile da Silva Oliveira

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

Keize Pereira Junqueira

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

Kelvin Luiz de Moraes

Ingeniero Agrónomo, aprendiz de Embrapa Cerrados

Maria Madalena Rinaldi

Ingeniera Agrónoma, doctora en Ingeniería Agrícola, investigadora de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Marisol Parra Morera

Engenheira Agrícola, mestre em Gerência de Inovação Empresarial, Diretora Executiva da Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS)

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

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

Onildo Nunes de Jesus

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

Raul Castro Carriello Rosa

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

Sergio Agostinho Cenci

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

Solange Rocha Monteiro de Andrade

Bióloga, doctora en Agronomía / Genética e Mejoramiento de Plantas, Investigador de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Sonia Maria Costa Celestino

Ingeniera Química, doctora en Biología Molecular, Investigadora de Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

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

La Granadilla

I

*Por lo alto de una cumbre andina
Verdeando la montaña ingente
Hay una pasiflora mandarina
De aroma celestial simplemente.*

II

*Triunfo de la noble arte humana,
Entre oscura niebla o sol que brilla,
Por la vasta altitud colombiana
Allá por las escarpas del Huila.*

III

*Mezcla entre verde a morado oscuro,
Oblatos frutos de la granadilla
Pronto se doran cuando maduros
Por tener su cáscara amarilla.*

IV

*Allí, al umbral del horizonte,
Siembran granadilla en la ladera
Héroes, entre águilas del monte,
Como narró Eustasio Rivera.*

Geovane Andrade

Visitante de la Gira por la finca Hierbabuena, en Santa María, Colombia, Noviembre de 2013

Presentación

Este libro registra las memorias del 1º Curso Internacional de Pasifloras promovido por Embrapa Cerrados junto a Embrapa Mandioca y Fruticultura en alianza con La Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las pasifloras de Colombia CDT CEPASS. El curso fue desarrollado en la Ciudad de La Plata, Huila, Colombia con el objetivo de capacitar a productores, técnicos e investigadores en diferentes temas relacionados a la cadena productiva de Pasifloras en los aspectos técnico-científicos, desde la caracterización y uso de los recursos genéticos hasta el desarrollo tecnológico de diferentes especies del género *Passiflora*.

Los editores

Sumário

Capítulo 1	Recursos Genéticos de Pasifloras en Embrapa	13
Capítulo 2	Descriptores morfo-agronómicos para la caracterización de recursos genéticos de Pasifloras	41
Capítulo 3	Caracterización ecológica, morfológica, agronómica y molecular de las pasifloras y su uso diversificado	51
Capítulo 4	Registro y protección de cultivares de las Pasifloras en Brasil	67
Capítulo 5	Avances y perspectivas del mejoramiento genético de las Pasifloras en Brasil	81
Capítulo 6	Biología aplicada a las Pasifloras	95
Capítulo 7	Propagación de las Pasifloras	109
Capítulo 8	Tecnología de plántulas injertadas de maracuyá vía injerto hipocotiledonar	121
Capítulo 9	Preparación del suelo y prácticas culturales de las Pasifloras	129
Capítulo 10	Sistemas de conducción y calidad de los frutos de las Pasifloras	139
Capítulo 11	Manejo integrado de plagas y enfermedades del maracuyá	149
Capítulo 12	Cosecha y pos-cosecha de las Pasifloras	163
Capítulo 13	Avances y perspectivas para el aprovechamiento integral de los frutos de las Pasifloras	181
Capítulo 14	Innovación tecnológica en el desarrollo de arreglos productivos locales del maracuyá	191
Capítulo 15	Organización de la producción de pasifloras en Colombia: especies utilizadas en la comercialización	209

CAPÍTULO 1

Recursos Genéticos de *Pasiflora* en Embrapa: pre-mejora y mejoramiento genético



Recursos Genéticos de *Pasiflora* L. en Embrapa: pre-mejora y mejoramiento genético

Onildo Nunes de Jesus¹; Cristina de Fátima Machado¹; Tatiana Góes Junghans¹; Eder Jorge de Oliveira¹; Eduardo Augusto Girardi¹; Fábio Gelape Faleiro²; Raul Castro Carriello Rosa³; Taliane Leila Soares⁴; Lucas Kennedy Silva Lima⁵; Idália Souza dos Santos⁶; Sidnara Ribeiro Sampaio⁷; Filipe Silva Aguiar⁷; Zanon Santana Gonçalves⁸

Importancia Económica del Maracuyá

En Brasil más del 98% de la producción corresponde al maracuyá de cáscara amarilla y sus variantes de color rojo de la especie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Degener también denominada de *P. edulis* Sims (Bernacci et al., 2008). Esta especie se cultiva de Norte a Sur de Brasil, proporcionando renta para miles de productores de varios municipios (Figura 1a-c). La mayor explotación comercial del *P. edulis* en Brasil es debido a su mayor rendimiento industrial (Vianna-Silva et al., 2008) y desconocimiento de las otras especies comestibles por parte de los consumidores. Además del maracuyá-ácido, otras especies diferentes del género *Passiflora* se cultivan comercialmente en Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Australia, Sudáfrica, Costa Rica, entre otros países (Faleiro et al., 2017).

La producción de esta pasiflora se explora principalmente en pequeñas propiedades (1 a 5 ha) por agricultores familiares que la utilizan como fuente continua de ingresos. La producción brasileña de maracuyá en 2017 fue de 554.598 mil t, obtenida en 41.090 ha ($13,39 \text{ t ha}^{-1}$) siendo el 60,9% de esta producción en la región Nordeste. El Estado de Bahía es responsable de 39,6% del área plantada (50,6% del Nordeste) y 30,8% de la producción brasileña (50,6,6% en el Nordeste) (Figura 1d, e). A pesar de que Bahía es el mayor productor de maracuyá del país, su productividad se considera baja ($13,49 \text{ t ha}^{-1}$) cuando se compara con el potencial productivo de la especie que supera $75 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ cuando se cultiva en invernadero, utilizando cultivares genéticamente superiores (Gontijo et al., 2016). En el caso de los países productores de maracuyá en Brasil, Ceará (17,10%), Santa Catarina (8,3%), São Paulo (5,5%), Rio Grande do Norte (5,3%) y Espírito Santo (4,6%) (Figura 1e). La evolución de la producción en Brasil de 2001 a 2016 se muestra en la Figura 1f con relevancia para la producción del Nordeste brasileño.

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil, E-mail: onildo.nunes@embrapa.br; cristina.fatima-machado@embrapa.br; tatiana.junghans@embrapa.br; eder.oliveira@embrapa.br; ²Eduardo.girardi@embrapa.br; ³Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF, Brasil, E-mail: fabio.faleiro@embrapa; ³Embrapa Agrobiología, Seropédica – RJ, CEP 23891-000 E-mail: raul.rosa@embrapa.br; ⁴Bolsista DCR - CNPq/FAPESB, Embrapa Mandioca e Fruticultura, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil, E-mail: talialeila@gmail.com; ⁵DS em Ciências Agrárias (Fitotecnia), E-mail: lucas18kennedy@gmail.com, ⁶Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, E-mail: idaliasouza@gmail.com; , ⁷Estudantes de graduação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil, E-mail: narasampa@live.com; felipeaguiiar@hotmail.com; ⁸Doutorando em Genética e Biología Molecular, Universidade Estadual de Santa Cruz CEP 45662-900. Ilhéus-BA, E-mail: zyark@gmail.comzyark@gmail.com

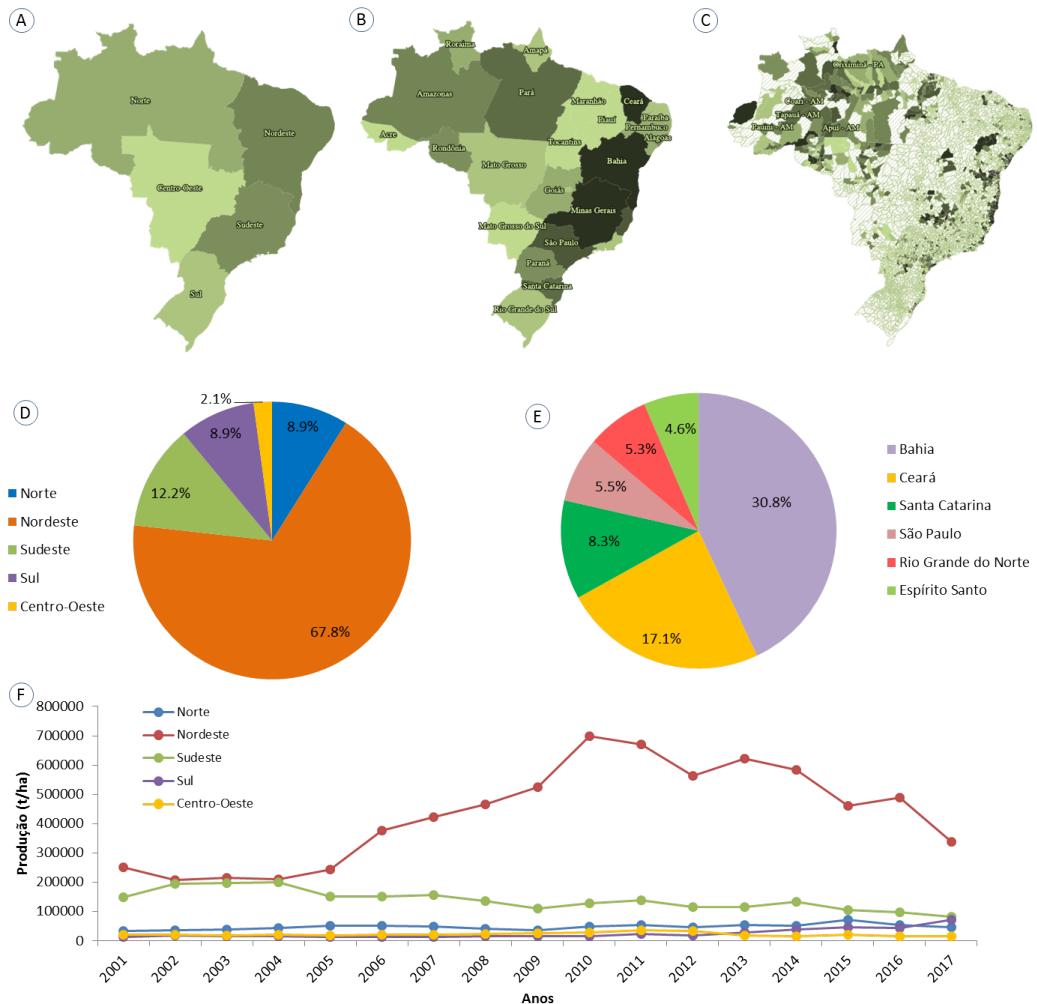


Figura 1. La distribución de las regiones (A), Estados (B) y Municipios (C) productores de maracuyá en Brasil en 2016, los colores más oscuros representan las zonas con mayor participación en la producción; (en el caso de los países de la región). participaciones porcentuales de los seis principales estados productores de maracuyá en 2017 (E) y evolución anual de la producción de maracuyá en Brasil en el período de 2001 a 2017, en las regiones Nordeste; sureste; Norte; Centro-Oeste y Sur (F).

Fuente: IBGE, 2018.

Bancos de Germoplasma de *Passiflora* de Embrapa

El género *Passiflora* es el mayor representante de la familia *Passifloraceae*, distribuido en aproximadamente 530 especies y 400 híbridos artificiales (Ulmer, MacDougal, 2004). Entre las especies, al menos 140 son nativas del territorio brasileño (Cervi, 2006). Con el fin de evitar el riesgo de erosión genética y de optimizar el uso de estas plantas, es necesario el establecimiento de estrategias efectivas de conservación *ex situ* de los recursos genéticos disponibles, buscando rescatarlos y preservarlos, de modo que abarcar la mayor variabilidad posible, también viabilizando su acceso a programas de mejoramiento genético, optimizando su explotación y su conocimiento. En este sentido, se implantó en la Embrapa el Banco de Germoplasma de Maracuyá, teniendo como actividades principales la (i) introducción de accesos (vía colecta e intercambio), (ii) conservación de la variabilidad genética del género *Passiflora*, (iii) caracterización, (iv) evaluación, (v) documentación e (vi) intercambio del germoplasma de maracuyá. Estas actividades son conducidas de forma integrada por las Unidades descentralizadas de la Embrapa, con sede en la región del Cerrado: Planaltina - DF (Embrapa Cerrados); en el Semiárido: Petrolina - PE (Embrapa Semiárido) y en el Recôncavo Baiano: Cruz das Almas - BA (Embrapa Mandioca e Fruticultura). Cada Unidad realiza colecta, conservación, intercambio, documentación, caracterización y evaluación de germoplasma de áreas representativas de los diversos agrosistemas dentro de su alcance estadual, que, en conjunto, forman la principal colección activa del país (Machado et al., 2012). La Figura 2 ilustra la biodiversidad de las características morfológicas de las flores, las frutas y las hojas de algunas especies *Passiflora*.

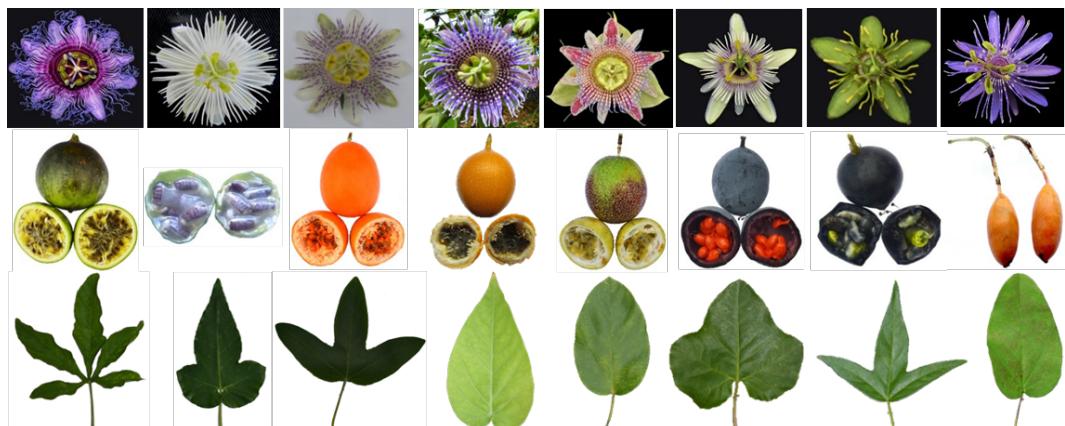


Figura 2. Biodiversidad de las especies de *Passiflora* del Banco de germoplasma de maracuyá de la Embrapa.

El Banco de Germoplasma de *Passiflora* de Embrapa (BGP) cuenta, actualmente con 592 accesos, siendo que cada banco tiene sus propias peculiaridades en cuanto al tipo, uso de mejoramiento genético y frecuencia con que una determinada especie es representada. Los accesos son provenientes de colectas realizadas en diversas regiones de Brasil, así como de la introducción de germoplasma de otras instituciones de investigación de Brasil. El BGP está distribuido en tres

unidades de la Embrapa, siendo 343 accesos en la Embrapa Mandioca y Fruticultura, 177 en la Embrapa Cerrados y 72 en la Embrapa Semiárido. La mayoría de los accesos (163) en el BAG-Maracuyá es de la especie *P. edulis* Sims (maracuyá amarillo y morado) y 110 de *P. cincinnata*. En cuanto al número de especies diferentes la Embrapa Cerrados posee 54, la Embrapa Mandioca y Fruticultura con 43 y Embrapa Semiárido con nueve especies. Las principales especies de estos bancos son: *P. actinia*, *P. alata*, *P. amethystina*, *P. ambigua*, *P. auriculata*, *P. caerulea*, *P. capsularis*, *P. cerasina*, *P. cerradensis*, *P. cincinnata*, *P. coccinea*, *P. eichleriana*, *P. elegans*, *P. foetida*, *P. galbana*, *P. gardneri*, *P. gibertii*, *P. haematostigma*, *P. hatschbachii*, *P. laurifolia*, *P. ligularis*, *P. malacophylla*, *P. maliformis*, *P. mendoncae*, *P. micropetala*, *P. miersii*, *P. misera*, *P. morifolia*, *P. mucronata*, *P. nitida*, *P. odontophylla*, *P. organensis*, *P. pohlii*, *P. edulis*, *P. picturata*, *P. phoenicia*, *P. quadrangularis*, *P. quadrifaria*, *P. racemosa*, *P. rubra*, *P. speciosa*, *P. serratodigitata*, *P. setacea*, *P. sidifolia*, *P. suberosa*, *P. subrotunda*, *P. tenuifila*, *P. trintae*, *P. tricuspidata*, *P. villosa*, *P. vitifoli* y *P. watsoniana*, entre los cuales la especie *Passiflora edulis* se encuentra representada en mayor número de accesos.

Los accesos de los bancos proceden de diversas regiones de Brasil y mantenidos en condiciones de campo en las áreas experimentales de las unidades descentralizadas de Embrapa (Embrapa Mandioca y Fruticultura, Embrapa Cerrados y Embrapa Semiárido) *in vitro* (duplicados de seguridad de decenas de accesos están siendo mantenidas en la Embrapa Semiárido y en la Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología), además de conservación en forma de semillas. Las especies silvestres que presentan comportamiento umbrófilo se mantienen en macetas dentro de los telatos casas de mallas. Los accesos conservados en campo y en casas de mallas siguen el manejo fitotécnico recomendado para el cultivo del maracuyá. Preservar y cuantificar esta variabilidad genética es fundamental para evaluar el comportamiento de esas especies y así identificar recursos genéticos de gran valor, tanto aquellos susceptibles de ser directamente introducidos en sistemas de producción de frutos, como aquellos cuyo empleo sea importante en programas de mejoramiento genético.

Conservación de Recursos Genéticos de *Passiflora* en Embrapa

Los recursos genéticos son las bases de la subsistencia de la humanidad, pues suplen las necesidades básicas y ayudan a resolver problemas como el hambre y la pobreza (Jamarillo e Baena, 2001; Goedert, 2007). Además, son esenciales para atender las demandas de variabilidad genética de los programas de mejora, principalmente aquellos orientados a la alimentación. Sin embargo, a pesar de su importancia, lo que se observa es que estos recursos han sido perdidos, principalmente por el uso inadecuado que el hombre ha hecho de ellos y por la destrucción de su hábitat natural. Se estima que en los próximos treinta y dos años la población humana llegará a los 9.600 millones de habitantes (ONU, 2018) y para alimentar a tal número de personas tenemos que aumentar nuestra eficiencia de producción de alimentos, medicinas, etc. Con la utilización de los genes contenidos en bancos de germoplasma se puede aumentar la eficiencia productiva y reducir la susceptibilidad de plantas a los estrés bióticos y abióticos (Walter et al., 2005; Goedert, 2007).

La conservación de las especies de *Passiflora* ofrece soporte a los trabajos de mejoramiento genético, viabiliza el intercambio de germoplasma, y, especialmente, la preservación de la variabilidad genética, mientras que la caracterización y evaluación permiten conocer cualidades y potencialidades de especies comerciales y silvestres (Castro et al., 2016; Faleiro et al., 2016).

El almacenamiento de semillas puede ser una estrategia segura y económica para la conservación de germoplasma, pudiendo favorecer la maduración fisiológica de las semillas (Pérez-García et al., 2007). Sin embargo, para algunas especies de maracuyá, ocurre una pérdida significativa de la viabilidad de las semillas durante el almacenamiento, lo que puede ser influenciado por el lugar, el tiempo de acondicionamiento y las condiciones ambientales (Catunda et al., 2003; Alves et al., 2006; Pádua et al., 2011). Los problemas de germinación y almacenamiento de semillas son muy comunes en el género *Passiflora*, incluso para el maracuyá-ácido (Meletti et al., 2002), y esta dificultad han sido un factor limitante para la conservación de las especies en los Bancos de Germoplasma.

Las instituciones de investigación que mantienen Bancos de Germoplasma de *Passiflora* han perdido accesos por falta de protocolos eficientes de almacenamiento y de germinación de semillas. De esta forma, para viabilizar la utilización de las diversas especies de *Passiflora* en el mejoramiento genético y en el uso como porta-injertos, es necesario el conocimiento previo de los procedimientos adecuados para germinación y conservación de semillas (Junghans e Junghans, 2016).

Una alternativa para la conservación de las semillas recalcitrantes e intermedias es la criopreservación (Ospina et al., 2000; Santos, 2000). Esta técnica se caracteriza por la utilización de nitrógeno líquido en la conservación de estructuras vegetativas y reproductivas a temperaturas ultra bajas (-150 °C a -196 °C) (González-Benito et al., 1998; Salomão, 2002). Meletti et al. (2007) observaron un comportamiento diferenciado en la germinación para las semillas criopreservadas de las especies *P. serrato-digitata*, *P. nitida* y *P. edulis* y sugieren investigaciones más detalladas para cada una de esas especies.

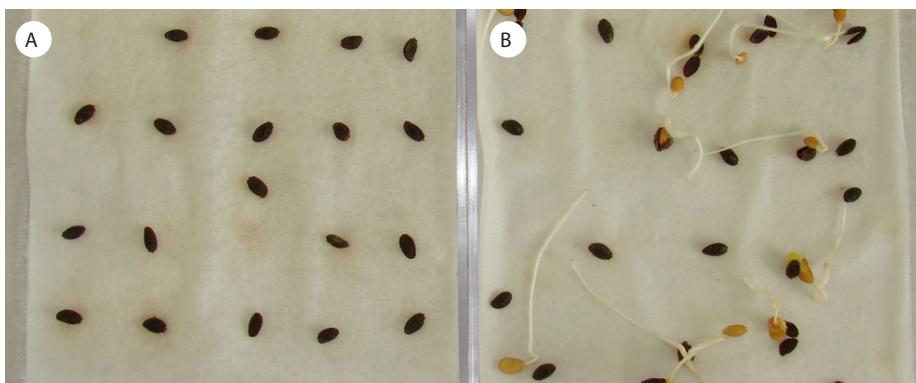
La Embrapa Mandioca e Fruticultura ya inició las investigaciones con la criopreservación de semillas de *Passiflora* y se verificó que las semillas de *P. edulis*, *P. maliformis* y *P. suberosa* toleran el desecamiento y el almacenamiento en nitrógeno líquido, sin comprometer su calidad fisiológica (Figura 3) (Silva et al., 2017); las semillas de otras especies de *Passiflora* también están siendo evaluadas, con el objetivo de estandarizar protocolos y de esta forma, facilitar el manejo y conservación de semillas de las diferentes especies de pasifloras conservadas en Banco de Germoplasma de la Embrapa Mandioca y fruticultura.



Figura 3. Criopreservación de semillas de *Passiflora* en la Embrapa Mandioca e Fruticultura: semillas siendo retiradas de la botella criogénica (A); semillas en criotubos después de la retirada de la botella criogénica (B); ensayo de emergencia de plántulas de *Passiflora maliformis* en casa de vegetación después de la criopreservación (C).

La germinación es influenciada por factores externos (luz, temperatura, disponibilidad de agua y oxígeno) e internos a las semillas (inhibidores y promotores de la germinación) que pueden actuar por sí o en interacción (Nassif et al., 1998; Kerbauy, 2004). En el caso del maracuyá, los efectos de estas variables parecen ser genotipo dependientes (Santos et al., 1999; Duarte Filho et al., 2000; Vasconcellos et al., 2005; Osipi e Nakagawa, 2005). Algunas de las técnicas usadas para romper la dormancia de semillas de maracuyá consisten en la escarificación mecánica o química, en el empleo de temperaturas alternas y en la aplicación de reguladores vegetales (Passos et al., 2004; Osipi e Nakagawa, 2005; Junghans et al., 2008; Oliveira Júnior et al., 2010; Santos et al., 2016b).

El programa de mejoramiento genético de *Passiflora* de Embrapa Mandioca y Fruticultura ha obtenido resultados satisfactorios en la germinación de semillas de las especies de maracuyá con germinador con una temperatura alternada de 20 °C / 30 °C durante 16-8 h, respectivamente, en la oscuridad. Para las especies, que incluso en estas condiciones, presentan algún tipo de dormancia, se hace necesario la aplicación de reguladores de crecimiento (ácido giberélico nº 4 y 7 + 6-benziladenina en la concentración de 300 mg L⁻¹) en las semillas (Figura 4).



Fotos: Tatiana Góes Junghans

Figura 4. Germinación de semillas de *Passiflora cincinnata* en germinador sin (A) y con (B) la aplicación de reguladores de crecimiento en la Embrapa Mandioca y Fruticultura.

Caracterización de Recursos Genéticos de *Passiflora*

Caracterización morfológica y molecular

El maracuyá ácido presenta una amplia variabilidad, sin embargo, pocos accesos han sido utilizados efectivamente por falta de caracterización precisa de los materiales. Tradicionalmente, los mejoradores utilizan descriptores morfoagronómicos para caracterizar los accesos (Castro et al., 2012; Lawinscky et al., 2014). La caracterización morfológica es la forma más accesible y más utilizada para cuantificar la diversidad genética del Banco de Germoplasma, pues apunta a la diferenciación fenotípica entre los accesos para inferir la variabilidad genética disponible. Además los descriptores tienen un papel fundamental en la divulgación de las características agronómicas, siendo decisivos en la elección de un cultivar, también permiten la estimación de parámetros genéticos esenciales para los programas de mejoramiento. Una importante contribución para facilitar y estandarizar la forma de realizar la caracterización morfológica y agronómica de *Passiflora* se ha publicado el libro de descriptores ilustrados para *Passiflora* spp. (Jesus et al., 2016; 2017).

En un estudio de análisis conjunto de variables cualitativas y cuantitativas, en que la caracterización fenotípica fue realizada en 21 accesos, siendo evaluados 35 descriptores, usando el procedimiento Ward-MLM (*Modified Location Model*), se verificó que los grupos formados permitieron la distinción precisa de accesos de maracuyáreos (Jesus et al., 2012). Además, el análisis simultáneo de las características cualitativas y cuantitativas utilizando el análisis de la diversidad fenotípica por el método Ward-MLM se mostró eficiente en la evaluación de la diversidad genética entre los genotipos de maracuyás en comparación con los análisis individuales de estas variables. Gomes et al. (2013), observaron gran variabilidad en todas las variables evaluadas en estudios de caracterización de accesos silvestres de maracuyá, con base en descriptores cualitativos y cuantitativos utilizando las especies *Passiflora suberosa*, *P. tenuifila* y *P. gibertii*. Sin embargo, los descriptores que obtuvieron los mayores valores de desviación estándar entre los accesos analizados fueron anchura de la hoja, longitud del pecíolo, coloración externa de la flor, masa total del fruto, peso de la cáscara con semilla, rendimiento de la pulpa, sólidos solubles, contenido de sólidos solubles / acidez titulable y contenido de vitamina C. Machado et al. (2015), en estudio de divergencia genética de 22 accesos de maracuyá, con base en 36 descriptores (13 cualitativos y 23 cuantitativos), en que los datos fueron analizados de forma conjunta por el algoritmo de Gower, se observó que los tres grupos formados permitieron la distinción precisa entre los accesos a las características morfo-agronómicas estudiadas, principalmente en los frutos, que mostraron diferencias acentuadas en los niveles de sólidos solubles y vitamina C, con importancia para las especies silvestres (*P. suberosa* e *P. gibertii*) y su potencial de uso en programas de mejoramiento genético, como fuente de vitamina C y como porta-injertos (*P. gibertii*).

La selección de descriptores mínimos es esencial para evitar el uso innecesario de recursos humanos y financieros con descriptores poco informativos. Castro et al. (2012) evaluaron 24 accesos de *P. edulis* con 28 descriptores (20 cuantitativos y 8 cualitativos), utilizando componentes

principales, análisis de Singh y correlación y concluyeron que sólo 22 descriptores son suficientes para describir la variabilidad de la especie estudiada.

Por otro lado, la distinción de cultivares realizada por características morfológicas, presenta como desventaja la necesidad de un gran número de descriptores que se identifican en plantas enteras o adultas. Además, estos tipos de marcadores pueden verse influenciados por el entorno (Padilha et al., 2002) y pueden ser modulados por el efecto de un determinado patógeno, etapa de crecimiento y clima (Narváez et al., 2001) son influenciados por interacciones intra e inter-loscos, resultando en datos poco confiables (Staub et al., 1996) y presentan problemas de identificación, principalmente en plantas emparentadas y de base genética estrecha (Priolli et al., 2002).

Una alternativa que puede complementar los descriptores morfológicos es el uso de marcadores moleculares que permiten indicar con precisión las variaciones genéticas presentes en el ADN de un organismo cualquiera (Ferreira e Grattapaglia, 1998). Los descriptores de ADN han recibido mayor atención especialmente por su potencial de distinción, ya que son más abundantes que los morfológicos, no sufren interacción con el medio ambiente (Ude et al., 2002) y son ideales para la distinción de genotipos morfológicamente similares y genéticamente emparentados (Beyene et al., 2005). Entre los marcadores moleculares, se destacan el RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic*), los de microsatélites o SSR (*Simple Sequence Repeats*) e os AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) (Ferreira e Grattapaglia, 1998). En el maracuyá ácido, se destacan principalmente los marcadores basados en secuencias de microsatélites como los SSR - *Simple Sequence Repeats* (Oliveira et al., 2005; Cerqueira-Silva et al., 2012a,b; Bernal-Parra et al., 2014; Paiva et al., 2014; Cerqueira-Silva et al., 2015) y ISSR - *Inter Simple Sequence Repeats* (Santos et al., 2011). Aunque estos marcadores fueron empleados para acceder a la viabilidad genética de las especies de *Passiflora*, aún no se ha identificado un marcador altamente polimórfico efectivo para acceder a la variabilidad genética intraespecífica del género, que para esos marcadores se considera baja, cuando se compara con una amplia variación morfológica observado.

Una alternativa sería el uso de secuenciamiento para buscar polimorfismo de SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) en los accesos conservados y así establecer las relaciones genéticas entre diferentes accesos e identificar accesos duplicados en los bancos de germoplasma de *Passiflora*. Esta posibilidad viene de las nuevas herramientas de secuenciación de nueva generación (*next-generation sequencing - NGS*) que permitirán caracterizaciones genéticas basadas en genotipado por secuenciación (Genotyping by sequencing - GBS) con un coste más bajo.

Biología reproductiva de *Passiflora* L.

Considerando la gran diversidad de especies de *Passiflora* en Brasil y su importancia económica, se hace necesario el conocimiento de la biología floral y reproductiva para la conservación del germoplasma y optimización en la obtención de nuevas combinaciones híbridas en programa de mejoramiento genético, con fines agronómicos y / u ornamentales. Sin embargo, la mayoría de las especies de *Passiflora* son auto incompatibles (Madureira et al., 2014), dependiendo de la polinización cruzada para la formación de frutos (Ocampo et al., 2016).

La información sobre la viabilidad de los granos de polen y la receptividad del estigma son esenciales para trabajos de biología reproductiva y mejoramiento genético de *Passiflora*, ya que permiten obtener mayor éxito en los cruces realizados. En consecuencia, ayudan en la identificación de parentales masculinos los cuales vengan a garantizar una adecuada polinización con el uso de genotipos compatibles, teniendo como objetivo generar nuevos híbridos con características de interés agronómico y ornamental. Además, estas informaciones favorecen la planificación y la ejecución de las estrategias de cruce, reduciendo el tiempo y la mano de obra necesaria.

La viabilidad de los granos de polen se puede realizar sobre la base de la germinación de los granos de polen *in vitro* (Rosbakh e Poschlod, 2016; Novara et al. 2017) e *in vivo* (Chen e Fang, 2016; Li et al., 2017) o con el uso de métodos indirectos basados en parámetros citológicos, a ejemplo de la coloración de los granos de polen (Novara et al., 2017; Li et al., 2017). Los estudios sobre la viabilidad polínica, la receptividad del estigma y la interacción polen-pistilo (incluyendo el número de granos de polen germinados, crecimiento del tubo polínico y la reacción de callos), pueden contribuir al entendimiento de los factores que afectan considerablemente a las hibridaciones controladas, ya que a menudo se asocian con las barreras de pre-fertilización (Teng et al., 2012; Deng et al., 2017).

Algunos estudios han colaborado con informaciones sobre la biología reproductiva en diferentes especies de *Passiflora* como la *P. alata* Curtis, *P. coccinea* Aubl., *P. quadrangularis* L., *P. cincinnata* Mast. (Montero et al., 2013); *P. capsularis* L. y *P. rubra* L. (Amorim et al., 2011); *P. foetida* L. y *P. edulis* Sims (formas púrpura y amarilla) (Kishore et al., 2010). Sin embargo, muchos de estos estudios han investigado la fenología, morfología y biología floral y el comportamiento de los insectos visitantes, pero pocos son aquellos los que abordan aspectos relacionados al modo reproductivo, eficiencia de polinización y viabilidad polínica (Amorim et al., 2011; Shivanna, 2012; Soares et al., 2015).

Debido a la gran variabilidad existente en el Banco de Germoplasma de la Embrapa Mandioca y Fruticultura, recientemente se iniciaron acciones de investigación dirigidas a la investigación de la biología reproductiva de 16 especies de *Passiflora*, incluyendo *P. cincinnata*, *P. edulis*; *P. edmundoi*, *P. foetida*, *P. galbana*, *P. gibertii*, *P. malacophylla*, *P. maliformis*, *P. morifolia*, *P. racemosa*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. subrotunda*, *P. muchronata*, *P. tenuifila* y *P. suberosa*. La biología reproductiva fue evaluada por medio de la viabilidad polínica y la receptividad estigmática evaluada por la solución α -naftil-acetato para la detección de la actividad esterásica, buscando maximizar la eficiencia de las polinizaciones controladas.

Viabilidad de los granos de polen

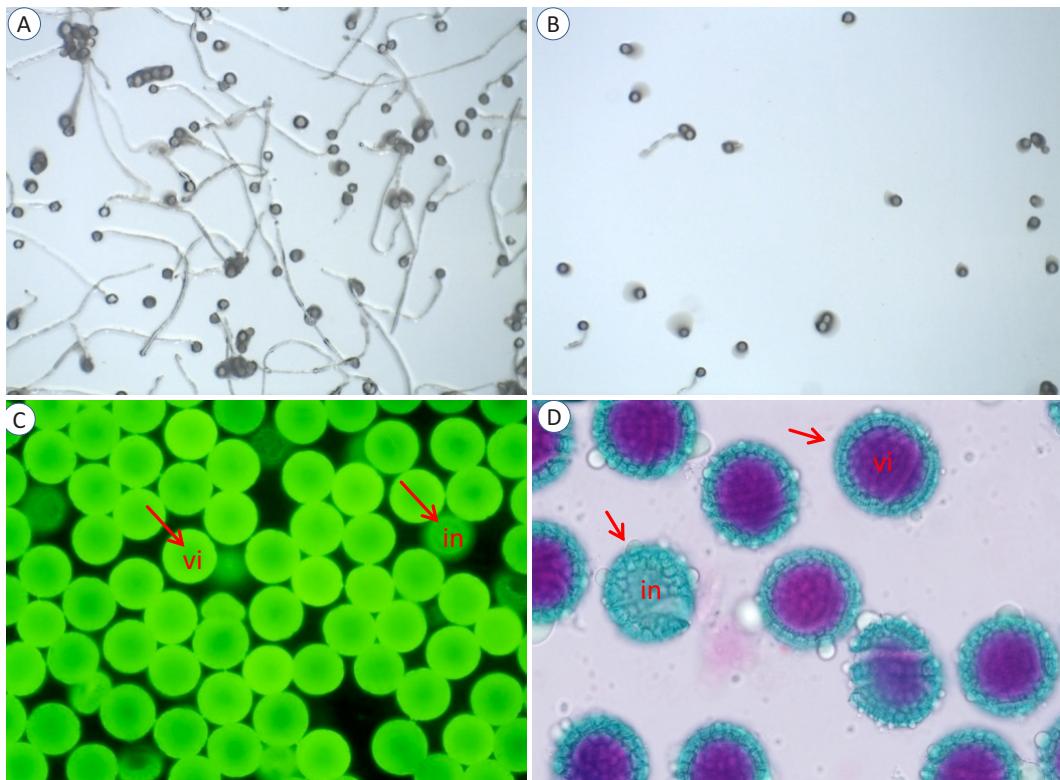
La viabilidad polínica es estimada por la germinación de polen *in vitro*, análisis colorimétrico con el uso de los colorantes de la FDA (diacetato de fluoresceína) y solución de Alexander (1980).

Los datos obtenidos en las pruebas *in vitro* indicaron efecto significativo ($p \leq 0.05$) en relación a los factores aislados (especies y estadios de desarrollo floral) así como la interacción entre ellos.

La recolección del polen en el momento de la antesis proporcionó mejores resultados de germinación de polen para todas las especies estudiadas (Figura 5a), mientras que los granos de polen recogidos en la pre-antes presentaron los menores porcentajes de germinación (Figura 5b). Entre las especies de *Passiflora* estudiadas, sólo siete (*P. racemosa*, *P. rubra*, *P. morifolia*, *P. cincinnata*, *P. edmundoi*, *P. alata*, *P. suberosa*, *P. subrotunda* y *P. edulis*) han presentado germinación de granos de polen por encima del 55% en la antesis. Este resultado es consistente con los estudios previos de Scorza y Sherman (1995) que reportaron que granos de polen de buena calidad deben presentar germinación por encima de 50%.

Los estudios de evaluación de porcentaje de germinación de polen in vitro en diferentes estadios de desarrollo floral son importantes en procesos de hibridación artificial, pues revelan el mejor momento de recolección de los granos de polen (Costa et al., 2009). Estos autores observaron un menor porcentaje de germinación de los granos de polen de *P. alata* (maracuyá dulce) en las flores cerradas (pre-antesis). De acuerdo con nuestros datos, la identificación del momento adecuado para la recolección del polen fértil para la polinización es fundamental para superar las barreras de pre-fertilización en cruces en las especies de *Passiflora*.

Para la viabilidad de los granos de polen estimada por medio de la prueba histoquímica se observó, en general, un mayor porcentaje de granos de polen viables en la antesis y el menor en la pre-antesis, independientemente del colorante evaluado. Entre los colorantes probados, se observó que los granos de polen recogidos en la antesis y cortados con FDA presentaron mayor viabilidad polínica (65,93% a 98,90%) en comparación con la solución de Alexander (45,23% a 95,33%). Estudios previos realizados sobre la viabilidad de los granos de polen en seis especies de *Passiflora* (Soares et al., 2013) también relataron mayor viabilidad polínica en la antesis. Es importante destacar que los granos de polen coloreados con FDA presentaron una fluorescencia brillante y se consideraron viables (Figura 5c) siendo inviables aquellos sin brillo (Figura 5c). Los granos de polen viables coloreados con Alexander (1980) presentaron una imagen clara, con fácil identificación, pues muestran una doble coloración en la que el verde de malaquita tiene afinidad con la celulosa presente en la pared celular, coloreándola de verde, mientras que el protoplasma es colorado de rosa por la fucsina ácida (Figura 5d). Los granos de polen abortados e inviables, por no presentar protoplasma, se colorearon solo de verde (Figura 5d).



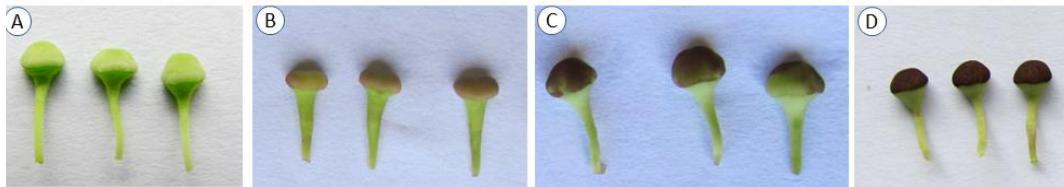
Fotos: Taliane Leila Soares.

Figura 5. Viabilidad de los granos de polen de *Passiflora* L. A) Germinación de granos de polen en la antesis; B) Germinación de granos de polen en la pre-antesis. C) Viabilidad de los granos de polen con colorante diacetato de fluoresceína (FDA) y D) Viabilidad del polen con solución de Alexander. Vi = viables, In = inviables.

Receptividad del estigma

La receptividad del estigma se refiere a la capacidad del estigma para soportar la germinación de los granos de pólen viable y compatible (Yi et al., 2006). La duración de la receptividad puede variar de algunas horas hasta 10 días (Dafni 1992; Shivanna 2003). De esta forma, estudios de receptividad del estigma son necesarios para identificar el mejor estadio de desarrollo floral para procedimientos de polinización artificial y para aumentar la eficiencia de la polinización (Dafni, 1992). En el maracuyá amarillo o ácido como es común a la práctica de polinización manual para garantizar una buena producción de frutos, es muy importante conocer el período de receptividad del estigma, especialmente para uso en programas de hibridación (Souza et al., 2004).

La receptividad del estigma fue estimada por medio de la asignación de grados de receptividad (adaptada de Dafni e Maués, 1998): (-) sin reacción; (+) reacción positiva débil; (++) reacción positiva fuerte y (+++) reacción positiva muy fuerte (Figura 6).



Fotos: Taliane Leila Soares

Figura 6. Identificación de la receptividad del estigma en *Passiflora* mediante la solución a-naftil-acetato en tampón fosfato, acetona y fast blue B salt. A) sin reacción (-); B) reacción positiva débil (+); C) reacción positiva positiva (++) y D) reacción positiva muy fuerte (+++).

Para la mayoría de los accesos de las especies de *Passiflora* los estigmas recogidos en la pre-antesis no presentaron reacción positiva a la esterasa (Figura 7a), a excepción de las especies *P. cincinnata*, *P. edulis* y *P. suberosa* con 40,0%, 66,7% e 100%, respectivamente. En cambio, los estigmas recogidos en la antesis (66,7% a 100%) y post-antesis (0% a 100%) presentaron alta actividad esterasásica, identificada por la coloración marrón oscuro principalmente en la región de las papilas estigmáticas, lo que puede estar relacionada a la presencia de exudados de ocurrencia común en esa región (Figura 7b, c). De las 17 especies de *Passiflora* evaluadas, al menos tres de ellas (*P. cincinnata*, *P. edulis* e *P. suberosa*) presentaron una reacción positiva a la esterasa en la pre-antesis, antesis y post-antesis, con destaque para *P. suberosa* que presentó 100% de receptividad en los tres estadios de desarrollo floral.



Fotos: Taliane Leila Soares.

Figura 7. Receptividad del estigma de *Passiflora* L. A) Estigma en la pre-antesis y sin coloración, es decir, ausencia de esterasa; B) Estigma en la antesis y con presencia de esterasa (coloración oscura) y C) Estigma en el post-antesis y con presencia de esterasa.

Se observó gran variabilidad entre las especies de *Passiflora* en relación a la receptividad del estigma, sobre todo por la gran influencia del estadio de desarrollo de la apertura floral. La reacción positiva del a-naftil-acetato, asociada al fast blue B salt identificó una coloración marrón oscuro principalmente en la región de las papilas estigmáticas recogidas en la antesis y para la mayoría de las especies estudiadas, demostrando así una alta actividad enzimática esterasásica que puede estar relacionada a la presencia de exudados que ocurren normalmente en las papilas del estigma. Sin embargo, la baja receptividad en las especies de *Passiflora* fue verificada en la pre-antesis, a ejemplo de otros estudios realizados con *Passiflora* L. (Souza et al., 2004; Kishore

et al., 2010). Por presentar protandria (Das et al., 2013), es extremadamente importante conocer el pico de receptividad del estigma en el maracuyá para maximizar las posibilidades de la fertilización y, consecuentemente, aumentar la formación de semillas a través de hibridaciones interespecíficas (Deng et al., 2017).

Sistema Reproductivo e Interacción Pólen-pistilo en Passiflora

A pesar del éxito en la obtención de algunos híbridos de *Passiflora* ornamental (Vanderplank, 2000; Santos et al., 2012; Faleiro et al., 2007a; Faleiro et al., 2007b), todavía existen barreras de incompatibilidad en cruces interespecíficos poco esclarecidos. Por lo tanto, es imprescindible el conocimiento del sistema reproductivo y la homología cromosómica entre las especies involucradas para el éxito de las hibridaciones (Santos et al., 2012).

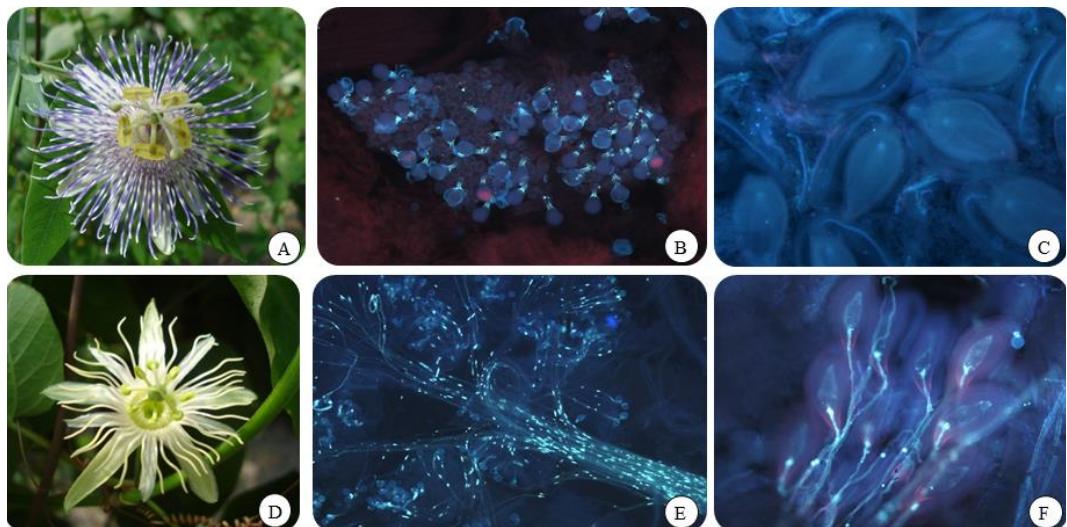
Algunas acciones de investigación relacionadas con estudios sobre fertilización *in vivo*, interacción pólen-pistilo y modo de reproducción de las especies auxilian en la planificación y en la ejecución de las estrategias a ser adoptadas en cruces de cruces *Passiflora*. Para la identificación del sistema reproductivo, fue realizada la fertilización *in vivo* en 11 especies de *Passiflora*: *P. gibertii* N. E. Br., *P. edulis* Sims, *P. edmundoi* Sacco., *P. tenuifila* Killip., *P. morifolia* Mast., *P. galbana* Mast., *P. mucronata* Sessé & Moc., *P. capsularis* L., *P. suberosa* L., *P. racemosa* Brot. y *P. foetida* L.

Para la fertilización *in vivo*, se realizaron autopolinización natural (flores protegidas y no manipuladas); (polinización cruzada artificial (estigmas polinizadas con pool de granos de polen de diferentes plantas de la misma especie) y polinizaciones interespecíficas (polinización envolviendo dos especies diferentes), polinización cruzada artificial (estigmas polinizadas con pool de granos de polen de diferentes plantas de la misma especie) y polinizaciones interespecíficas (polinización envolviendo dos especies diferentes). Para cerciorarse de la autofecundidad de las especies de *Passiflora* y establecer su modo reproductivo, se estima el índice de autoincompatibilidad - IAI (Ramirez y Brito, 1990), en la cual las especies compatibles y parcialmente compatibles deben presentar IAI por encima de 0,30 y especies autoincompatibles IAI por debajo de 0,30. En las hibridaciones interespecíficas, se utilizaron como genitores femeninos las especies *P. capsularis* y *P. racemosa* que fueron seleccionadas en virtud de su potencial ornamental, como belleza floral, porte reducido, florecimiento abundante durante todo el año y follaje exuberante. Con el fin de observar el crecimiento del tubo polínico en el pistilo, se realizaron autopolinizaciones en diez flores de cada especie de *Passiflora* recogidas en la antesis(respetando el horario de apertura floral de cada especie). Para investigar la germinación de los granos de polen en el estigma y el crecimiento de los tubos polínicos a lo largo del pistilo, se utilizó la microscopía de fluorescencia con filtro ultravioleta.

Con base en los resultados obtenidos, se observó autocompatibilidad ($IAI < 0,30$; Ramirez e Brito, 1990) en seis especies de *Passiflora* (*P. edulis*, *P. edmundoi*, *P. galbana*, *P. muchronata*, *P. racemosa* y *P. gibertii*). Por otra parte, las especies silvestres (*P. tenuifila*, *P. morifolia*, *P. capsularis*, *P. foetida* y *P. suberosa*) presentaron $IAC > 0,30$, siendo consideradas autocompatibles. En las especies

autoincompatibles, a ejemplo de *P. gibertii* (Figura 8a), fue posible observar con la microscopía de fluorescencia la inhibición del crecimiento de los tubos polínicos en la superficie estigmática (Figura 8b, c) evidenciando así que una barrera pre-zigótica ocurrió en esa región impidiendo la autofecundación. Este hecho también fue constatado por otros autores en diferentes especies de Passiflora, como ejemplo en *P. edmundoi* (Souza et al., 2003), *P. edulis* (Suassuna et al., 2003) *P. galbana* y *P. mucronata* (Varassin et al., 2001). Bruckner (1995) se estableció que la autoincompatibilidad del maracuyá ácido es del tipo homomórfica esporofítica, siendo que la reacción de incompatibilidad ocurre en el estigma.

En cambio, los análisis de estigmas sometidos a una polinización tipo compatible revelaron que los granos de polen de *P. capsularis* (Figura 8d), por ejemplo, al entrar en contacto con células de la superficie estigmática, son hidratados y germinan emitiendo tubos polínicos que penetran el estigma y, posteriormente, se extienden a través del tejido de transmisión del estilete hasta alcanzar el ovario, incluso con penetración en la micrópila y probable fertilización (Figura 8e, f). Los resultados obtenidos con este estudio pueden ayudar en la planificación de hibridaciones y en el establecimiento de programas de mejoramiento genético de Passiflora a partir del uso de genotipos compatibles y de expresivo potencial ornamental y / o comercial. Es importante destacar la necesidad de ampliación de este estudio, pues, con el conocimiento de los mecanismos reproductivos de Passiflora, será posible avanzar en estudios relativos a la ecología, así como perfeccionar los métodos de mejoramiento y producción.



Fotos: Taliane Leila Soares.

Figura 8. Espécies de Passiflora observadas por microscopía de fluorescencia con azul de anilina. auto-incompatibles: *P. gibertii* N. E. Brown. (A-C) e auto-compatíveis: *P. capsularis* L. (d-F).

Ejemplos de Uso de los Recursos Genéticos de Pasifloras

Identificación de especies con resistencia a enfermedades y obtención de híbridos interespecíficos con maracuyá

Las enfermedades del suelo constituyen los principales obstáculos para el desarrollo del maracuyá, porque la especie más plantada en los polos productores, *P. edulis*, es susceptible a las principales enfermedades que compromete la productividad y longevidad del maracuyá, con importancia para la marchitez del fusarium o fusariasis. Su agente causal es el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* – Fop y el uso de porta-injertos resistentes sería una de las alternativas de control (Roncatto et al., 2004) ya que la aplicación de defensivos químicos no ha sido eficiente (Torres Filho e Ponte, 1994). Selección de las especies *P. nitida*, *P. gibertii*, *P. foetida* y *P. alata* se ha demostrado resistencia a enfermedades provenientes de suelo (Menezes et al., 1994; Roncatto et al., 2004; Silva et al., 2017) siendo alternativas prometedoras para uso como porta-injerto.

La Embrapa Mandioca e Fruticultura ha actuado recientemente en el screening de los accesos del BAG-Maracuyá, en condición de campo, buscando identificación de genotipos tolerantes a enfermedades como fusarium, bacteriosis, antracnosis y virosis. Oliveira et al. (2013) evaluaron 75 accesos de *Passiflora* spp. para la resistencia a las enfermedades foliares y los frutos, con escala de notas. Para los síntomas de virosis en las hojas, plantas y en los frutos apenas un acceso de *P. flechacea* fue identificado como resistente y, en cuanto a la verrugosis (*Cladosporium herbarum* Link) en las ramas, sólo *P. alata* y *P. cincinnata* fueron más resistentes. La mayoría de los accesos de *P. alata*, *P. cincinnata* y *P. setacea* también presentó resistencia a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en los frutos.

Machado et al. (2015) también verificaron que la mayoría de las especies evaluadas (*P. cincinnata*: 06 accesos; *P. edulis*: 10, *P. gibertii*: 01; *P. setacea*: 01; *P. mucronata*: 01) presentó susceptibilidad al marchito de *Fusarium*, agente causal *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*, excepto *P. gibertii*, *P. setacea* y *P. mucronata*, mientras que las especies *P. morifolia*: 01 acceso, *P. suberosa*: 01 y *P. alata*: 01, no presentaron síntomas característicos de fusariosis. Además, la antracnosis fue la enfermedad que más se ha proliferado, estando presente en el 100% de los accesos de las especies evaluadas. Según Almeida y Coelho (2006), la antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) Penz. & Sacc., es la enfermedad más importante del maracuyá amarillo, *P. edulis*, en la post-cosecha, siendo que la ocurrencia de la enfermedad provoca daños graves en los frutos. Las virosis también presentaron una gran proliferación entre las especies evaluadas, siendo la menor incidencia observada en la especie *P. suberosa*, donde sólo el 20% de las plantas presentaron síntomas. También se observó la presencia de síntomas característicos de la bacteriosis, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*, y verrugosis, causada por *Cladosporium cladosporioides* en accesos evaluados, excepto para *P. gibertii*, *P. mucronata* e *P. morifolia*, *P. setacea* y *P. suberosa*.

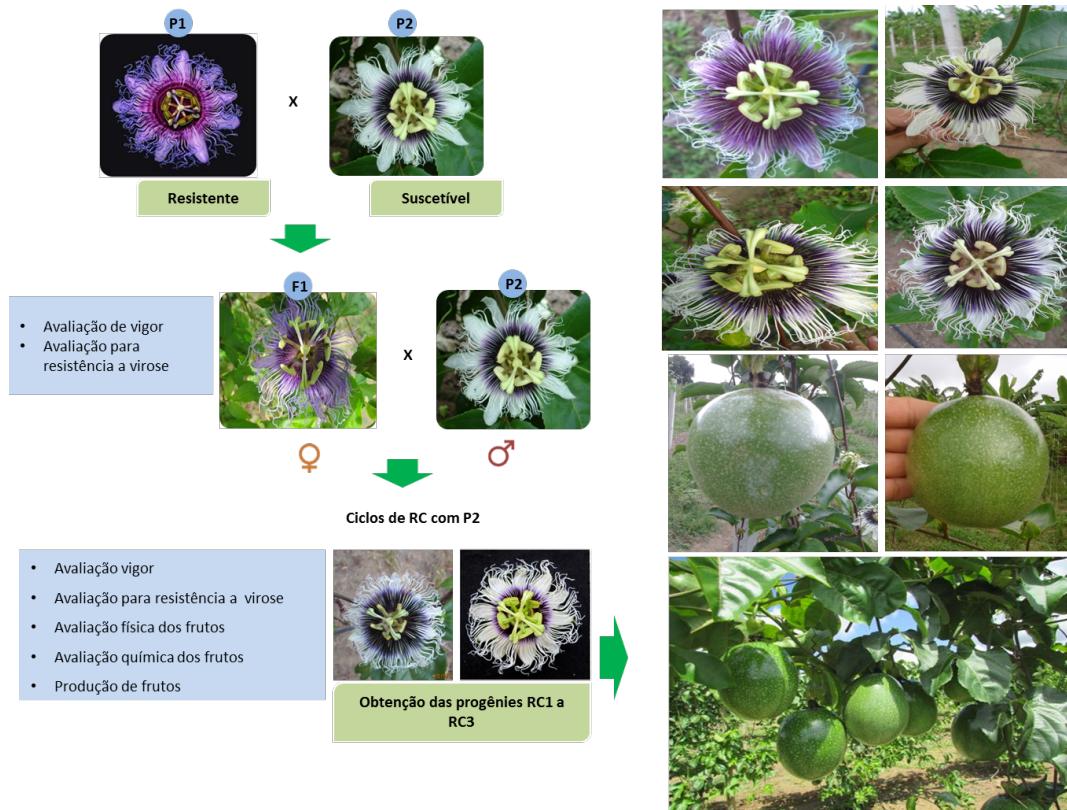
La viruela del endurecimiento de los frutos causada por *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) viene limitando la productividad de los huertos en diferentes regiones productoras de maracuyá en Brasil y en el mundo. Buscando identificar fuentes de resistencia genética a ese patógeno, el programa de mejoramiento de la enfermedad Embrapa Mandioca e Fruticultura evaluó 80 genotipos del Banco de Germoplasma de los cuales nueve accesos fueron clasificados como resistentes al CABMV y serán utilizados en hibridaciones (Gonçalves et al., 2018).

En cuanto a la fusariosis, las principales acciones realizadas están enfocadas en la identificación de accesos resistentes en las condiciones de campo (Pereira, 2015) para uso como porta-injertos y en hibridaciones interespecíficas para la obtención de híbridos resistentes de *P. edulis* (principal especie comercializada en Brasil). Estudios evaluando plantas injertadas en casa de vegetación (Santos et al., 2016a; Lima et al., 2017) han presentado resultados interesantes con un elevado peso del injerto de *P. edulis* en *P. alata*, *P. gibertii*, *P. nitida*, *P. cincinnata* e RC1 [(*P. edulis* x *P. cincinnata*) x *P. edulis*]. Además del alto pegamiento, las plántulas injertadas tuvieron crecimiento compatible a *P. edulis* no injertado y, se verificó simetría anatómica entre los tejidos del tronco de *P. edulis* y *P. gibertii* que es una especie muy resistente al fusarium. Las evaluaciones de plantas injertadas en condiciones de campo con histórico de la marchitez del fusarium también se realizaron, demostrando que las especies silvestres *P. gibertii*, *P. alata* y *P. nitida* inhibe la manifestación de la marchitez en la especie comercial susceptible utilizada como copa (Lima, 2018). Entre esos patrones, el *P. gibertii* fue quien proporcionó el mejor desempeño productivo y supervivencia en área infestada por fusarium en regiones de Bahía. Aparentemente parece existir una fuerte interacción del vigor porta-injerto con el local de cultivo, lo que probablemente está relacionado a problemas de adaptación de la especie a la condición edafoclimática local.

A pesar de los avances, el tiempo y el costo para la selección de especies resistentes en condiciones de campo han limitado el progreso del mejoramiento para resistencia al fusarium. De este modo, protocolos de inoculación en condiciones de casa de vegetación vienen siendo probados con la intención de dinamizar y acelerar el proceso de selección de individuos candidatos a la incorporación al programa de mejoramiento (Silva, 2011; Silva et al., 2013; Lima, 2018). Se han logrado resultados interesantes, pero la metodología todavía necesita adecuaciones para uso efectivo en la identificación de fuentes de resistencia en los germoplasmas.

Para la virosis del endurecimiento de los frutos, el programa de mejoramiento de la Embrapa Mandioca y Fruticultura viene realizando cruces interespecíficos utilizando especies seleccionadas como resistentes. *P. cincinnata* fue seleccionada por Oliveira et al. (2013) como un genitor interesante para el mejoramiento genético por presentar resistencia a enfermedades foliares (por ejemplo de virus del endurecimiento de los frutos), además de ser una especie típica de regiones semiáridas y, por lo tanto, con tolerancia a la sequía (Souza et al., 2018). La evaluación de las progenies para resistencia a la virosis (Figura 9) permitió seleccionar híbridos prometedores que se utilizaron para la obtención de tres generaciones de retrocruzamiento [(*P. edulis* x *P. cincinnata*) x *P. edulis*]. En la RC3, las plantas son bastante productivas y con características de frutos de la especie comercial. Las mejores plantas serán seleccionadas y dirigidas a la fase de validación en zonas de producción (Figura 9).

Además de estos híbridos, el programa de mejoramiento también ha realizado varios cruces con especies resistentes al Fop para la obtención de cultivares de maracuyá amarillo y porta injertos con resistencia a fusariosis. Esas acciones aún están en fase de evaluación de las progenies segregantes. Otros híbridos para la coloración púrpura de la cáscara también están en fase de evaluación, hasta el momento híbridos con ratio (SS/AT) que varían de 2,3 a 11 fueron seleccionadas para ciclos de cruces para fijar la coloración de la cáscara y aumentar la relación SS / AT con foco en el mercado en fresco e industria de pulpa.



Fotos: Onildo Nunes de Jesus

Figura 9. Esquema utilizado para el desarrollo y la evaluación de híbridos para la resistencia a la virosis del endurecimiento de los frutos.

Hibridación interespecífica con fines ornamentales

Muchas especies de maracuyá son utilizadas *en fresco* por sus propiedades medicinales y por sus frutos comestibles (Sousa y Meletti, 1997). Sin embargo, muchas de ellas son apreciadas en muchos países de América del Norte y Europa por su valor ornamental (Ulmer y MacDougal 2004), debido a la belleza intrínseca de sus flores con forma y color peculiares, abundancia de flores, floraciones más de una vez al año y follaje exuberante. En Brasil tal utilización es práctica-

mente inexistente, restringiendo el uso a algunas especies como *P. alata*, *P. cincinnata* y *P. coccinea* (Peixoto, 2005), aunque las condiciones edafoclimáticas son favorables a su cultivo (Mendonça et al., 2006). Esta inexpresividad del uso de las pasifloras como planta ornamental está justificada por el hecho de que la mayoría de los programas de mejoramiento priorizan la obtención de híbridos interespecíficos volcados para resistencia a las enfermedades o mejorar las características agronómicas de la especie comercial (*P. edulis* Sims).

Debido a la gran variabilidad existente en el BAG-Maracuyá de Embrapa, con más de 340 accesos, en los últimos seis años se iniciaron acciones de investigación orientadas hacia el desarrollo de nuevos híbridos de Passiflora con el fin de fortalecer el mercado de plantas ornamentales, ampliando la oferta de nuevas variedades de pequeño porte y florecimiento abundante para ornamentación de interiores. Muchos de estos híbridos son productos del mejoramiento hecho para la maracuyá comercial (*P. edulis*) que se aprovechan en las acciones con foco ornamental.

Estudios realizados por Soares et al. (2015) relataron éxito en las hibridaciones interespecíficas de Passiflora para algunas combinaciones y los frutos obtenidos por los cruces generaron semillas fértiles. Ejemplo de ello se observó en las especies *P. racemosa*, *P. gibertii*, *P. edmundoi*, *P. murchronata*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. galbana* y *P. tenuifila* que presentaron mayor cruzabilidad, posiblemente por presentar el mismo número cromosómico ($2n = 18$). En los cruces envolviendo distintos subgéneros *Decaloba* (*P. capsularis*, *P. suberosa* y *P. morifolia*, $2n = 12$), *Dysosmia* (*P. foetida*, $2n = 18, 20$ e 22) e *Passiflora* ($2n = 18$) se observaron altas tasas de cruce en las combinaciones *P. racemosa* x *P. morifolia*, *P. racemosa* x *P. suberosa*, *P. capsularis* x *P. edmundoi*, *P. capsularis* x *P. racemosa* y *P. capsularis* x *P. foetida*, aunque no haya completa homología cromosómica. Este hecho puede ocurrir porque en muchos casos las barreras de incompatibilidad interespecífica son relativamente frágiles (Meletti et al., 2005). Soares et al. (2015) también observaron incompatibilidad unilateral para el cruce recíproco *P. racemosa* x *P. capsularis*, en la que hubo éxito en el cruce en una única dirección. Esta incompatibilidad unilateral ocurre con cierta frecuencia en el género Passiflora. Bugallo et al. (2011) realizaron hibridaciones interespecíficas con las especies *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. caerulea*, *P. amethystina*, *P. edulis* y el híbrido *P. violacea* y constatan que *P. alata* y *P. caerulea* fueron cruzadas con éxito en ambas direcciones, mientras que en las otras combinaciones hubo incompatibilidad unilateral. Este mismo fenómeno fue observado por Conceição et al. (2011) en los cruces recíprocos entre *P. watsoniana* x *P. gardneri* e *P. gardneri* x *P. gibertii*.

A Embrapa Cerrados también ha lanzado algunos híbridos de Passiflora con fines exclusivamente ornamental, como el híbrido interespecífico BRS Roseflora ([*P. coccinea* x *P. setacea*] x *P. setacea*; Junqueira et al., 2007), que presenta flores grandes de tinción roja intensa destinada principalmente para el cultivo en macetas; BRS Rubiflora ([*P. coccinea* x *P. setacea*] x *P. coccinea*; Faleiro et al., 2007a), indicado para uso en pérgolas y muros, y el híbrido BRS Estrela do Cerrado (*P. coccinea* x *P. setacea*; Faleiro et al., 2007b) también recomendado para la ornamentación de parques. Se han reportado otras hibridaciones interespecíficas con éxito *P. laurifolia* x *P. nitida*, *P. glandulosa* x *P. galbana*, *P. sidaefolia* x *P. actinia* y *P. caerulea* x *P. amethystina* (Junqueira et al., 2008). Santos et al. (2012) también obtuvieron éxito en la obtención de híbridos ornamentales de

Passiflora a partir del cruce *P. foetida* var. *foetida* x *P. palmeri* var. *sublanceolata*. Otros conjuntos de híbridos ornamentales para uso como planta envasada están siendo evaluados por la Embrapa Mandioca y Fruticultura (Figura 10).



Fotos: Taliane Leila Soares

Figura 10. Híbridos ornamentales de *Passiflora* (a-f) desarrollados por el programa de mejoramiento genético de la Embrapa Mandioca y Fruticultura.

Referências

- ALEXANDER, M. P. A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. **Stain Technology**, v. 55, p. 13-18, 1980.
- ALMEIDA, L. C. C. de; COELHO, R.S.B. Efeito de indutores químicos no controle da antracnose do maracujá-amarelo pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 318-319, 2006.
- ALVES, C.Z.; SÁ, M.E.; CORRÊA, L.S.; BINOTTI, F.S. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitorreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 441-448, 2006.
- AMORIM, J. S.; SOUZA, M. M.; VIANA, A. J. C.; FREITAS, J. C. O. Self-cross-and interspecific pollinations in *Passiflora capsularis* and *P. rubra*. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 537-544, 2011.
- BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. D. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 30, p. 566-576, 2008.
- BERNAL-PARRA, N.; OCAMPO-PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J. Caracterizaciony analisis de la variabilidad genética de la granadilla (*Passiflora ligularis* juss.) en Colombia empleando marcadores microsatélites. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 586-597, 2014.

- BEYENE, Y.; BOTHA, A. M.; MYBURG, A. A. A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize. **African Journal of Biotechnology**, v. 4, n. 7, p. 586-595, 2005.
- BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F.; REGAZZI, A. J.; SILVA, E. A. M. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, v. 370, p. 45-57, 1995.
- BUGALLO, V.; CARDONE, S.; JULIA, M.; GABRIELA, P. Breeding advances in *Passiflora* spp. (Passion flower) native to Argentina. **Floriculture and Ornamental Biotechnology**, v.5, p. 23-34, 2011.
- CASTRO, J. A.; NEVES, C. G.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J. Definition of morpho-agronomic descriptors for the characterization of yellow passion fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 145, p. 17-22, 2012.
- CASTRO, J. A.; OLIVEIRA, E. J.; JESUS, O. N.; SOARES, T. L.; MARGARIDO, G. R. A. Molecular markers for conservation genetic resources of four *Passiflora* species. **Scientia Horticulturae**, v. 212, p. 251-261, 2016.
- CATUNDA, P. H. A.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; POSSE, S. C. P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 65-71, 2003.
- CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, E. S. L.; SOUZA, A. P. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. **Euphytica**, v. 202, p. 345-359, 2015.
- CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; SANTOS, E. S. L.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; CARDOSO-SILVA, C. B.; PEREIRA, A. S.; OLIVEIRA, A. C.; CORRÉA, R. X. Genetic variation in a wild population of the sleep passion fruit (*Passiflora setacea*) based on molecular markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, p. 731-738, 2012a.
- CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; SANTOS, E. S. L.; SOUZA, A. M.; MORI, G. M.; Oliveira, E. J.; CORREA, R. X.; SOUZA, A. P. Development and characterization of microsatellite markers for the wild South American *Passiflora cincinnata* (*Passifloraceae*). **American Journal of Botany**, v. 99, p. e170-e172, 2012b.
- CERVI, A. C. O gênero *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) no Brasil, espécies descritas após o ano de 1950. **Adumbraciones ad Summae Editionem**, Madrid, v. 16, p. 1-5, 2006.
- CHEN, J. C.; FANG, S. C. The long pollen tube journey and in vitro pollen germination of *Phalaenopsis* orchids. **Plant Reproduction**, v. 29, p. 179-188, 2016.
- CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, M. M.; BELO, G. O.; SANTOS, S. F.; FREITAS, J. C. O. Hybridization among wild passionflower species. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 237-240, 2011.
- COSTA, R. S.; MÔRO, F. V.; OLIVEIRA, J. C. Influence of the moment of the collect on the viability of the pollen of sweet passion fruit (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 956-961, 2009.
- DAFNI, A. **Pollination Ecology**: A Practical Approach (the Practical ApproachSeries). Oxford University Press: Oxford, 1992.
- DAFNI, A.; MAUÉS, M. M. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. **Sexual Plant Reproduction**, v. 11, p. 177-180, 1998.
- DAS, M. R.; HOSSAIN, T.; MIA, M. A. B.; AHMED, J. U.; KARIM, A. J. M. S.; HOSSAIN, M. M. Fruit setting behaviour of passion fruit. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 1066-1073, 2013.
- DENG, Y.; SUN, X.; GU, C.; JIA, X.; LIANG, L.; SU, J. Identification of pre-fertilization reproductive barriers and the underlying cytological mechanism in crosses among three petal-types of *Jasminum sambac* and their relevance to phylogenetic relationships. **PLoS One**, v. 12, p. 1-19, 2017.

DUARTE FILHO, J.; VASCONCELLOS, M. A. S.; CARVALHO, C. M.; LEONEL, S. Germinação de sementes de *Passiflora giberti* N. E. Brown sob temperatura controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 3, p. 468-470, 2000.

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. 26p. (Documentos, No 329).

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M.; MACHADO, C.F.; JUNQUEIRA, K.P.; ARAÚJO, F.P.; JUNGHANS, T.G. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 15-37.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P.; BRAGA, M. F.; SOARES-SCOTT, M. D.; SOUZA, L. S.; CASTIGLIONI, G. L. BRS Rubiflora: Híbrido de *Passiflora* para uso como planta ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 337, 2007a.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, K. P.; BRAGA, M. F.; BORGES, R. S.; PEIXOTO, J. R.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, E. C.; SILVA, D. G. P. BRS Estrela do Cerrado: Híbrido de *Passiflora* para uso como planta ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 334, 2007b.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** 2. ed. Embrapa Cenargen: Brasília-DF, 1998. p. 220.

FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, L. R. Avaliação dos recursos genéticos de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1013-1020, 2011.

GOEDERT, C de O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NSS, L.L. (Ed.). **Recursos genéticos.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 23-60.

GOMES, D. G.; JESUS, C. C.; SILVA, J. S.; MACHADO, C. F. Caracterização de acessos silvestres de maracujazeiro com base em descritores morfoagronômicos. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 7, 2013, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013.

GONÇALVES, Z. S.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; ABREU, E. F. M.; JESUS BARBOSA, C.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M., JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J. Identification of *Passiflora* spp. genotypes resistant to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* and leaf anatomical response under controlled conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 231, p. 166-178, 2018.

GONTIJO, G. M.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Produção de maracujazeiro azedo cultivado em estufa e em espaçamento adensado: resultados de unidades de observação Emater-Embrapa no Distrito Federal. In: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 24, 2016, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2016. 4 p. Disponível em: <http://tmeventos.com.br/frut2016/trabalhos/trab/trabalho_1454.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2018.

GONZÁLEZ-BENITO, M. E. Cryopreservation as a tool for preserving genetic variability: its use with Spanish wild species with possible landscaping value. **Acta Horticulturae**, v. 457, p. 133-142, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal 2017- Banco de Dados Agregados.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 06 mar. 2018.

JARAMILLO, S.; BAENA, M. **Conservación Ex Situ de Recursos Fitogenéticos.** Roma: IPGRI, 2000. 209 p.

JESUS, F. N.; MACHADO, C. F.; LEDO, C. A. Diversidade genética entre acessos de maracujazeiros avaliados a partir de caracteres morfoagronômicos. **Anais...** RECITEC, 2012.

JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; FALEIRO, F. G.; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A. **Descritores morfoagronômicos ilustrados para *Passiflora* spp..** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 122 p.

JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; FALEIRO, F. G.; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A. **Illustrated morpho-agronomic descriptors for *Passiflora* spp.**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 122p. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159818/1/Illustrated-morpho-agronomic-OnildoNunes-FabioFaleiro-2017-atual.pdf> >. Acesso em: 01 mar. 2018.

JUNGHANS, T. G.; JUNGHANS, D. T. **Conservação de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) para fins de manutenção de germoplasma**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. p. 17. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81).

JUNGHANS, T. G.; VIANA, A. J. C.; JUNGHANS, D. T. Remoção parcial do tegumento na germinação *in vitro* e *ex vitro* de sementes de *Passiflora* gibertii N.E. Brown. **Magistra**, v. 20, p. 231-235, 2008.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T.; BELLON, G.; RAMOS, J. D.; BRAGA, M. F.; SOUZA, L. S. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 191-196, 2008.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BRAGA, M. F.; LIMA, C. A.; VAZ, C. F.; VILLANOVA, A. C. C. BRS Roseflora: Híbrido de *Passiflora* para uso em paisagismo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 340, 2007.

KISHORE, K.; PATHAK, K. A.; SHUKLA, R.; BHARALI, R. Studies on floral biology of passion fruit (*Passiflora* spp.). **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, p. 21-29, 2010.

LAWINSKY, P. R.; SOUZA, M. M.; BELO, G. B.; VIANA, A. J. C.; MELO, C. A. F.; OLIVEIRA, C. S. L. Morphological characterization and genetic diversity in *Passiflora alata* Curtis and *P. cincinnata* Mast. (Passifloraceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, p. 261-272, 2014.

LI, Y.; TAN, X.; WANG, M.; LI, B.; ZHAO, Y.; WU, C.; RUI, Q.; WANG, J.; LIU, Z.; BAO, Y. Exocyst subunit SEC3A marks the germination site and is essential for pollen germination in *Arabidopsis thaliana*. **Scientific reports**, v. 7, p. 1-11, 2017.

LIMA, L. K. S. **Espécies de *Passiflora* e sua combinação de enxertia no manejo da fusariose**. 2018. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

LIMA, L. K. S., SOARES, T. L., DE SOUZA, E. H., DE JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia horticulturae**, v. 215, p. 134-141, 2017.

MACHADO, C. de F.; JESUS, F. N. de; LEDO, C. A. da S. Divergência genética de acessos de maracujá utilizando descritores quantitativos e qualitativos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 442-449, jun. 2015.

MACHADO, C. de F.; JESUS, O. N. de; OLIVEIRA, E. J. de; FALEIRO, F. G.; ARAUJO, F. P. de; JUNQUEIRA, N. T. V. **Banco de Germoplasma de Maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012. Np. Biblioteca (s): Embrapa Mandioca e Fruticultura; Embrapa Semiárido.

MADUREIRA, H. C.; PEREIRA, T. N. S.; CUNHA, M.; KLEIN, D. E.; OLIVEIRA, M. V. V.; MATTOS, L.; SOUZA FILHO, G. A. Self-incompatibility in passion fruit: cellular responses in incompatible pollinations. **Biologia**, v. 69, p. 574-584, 2014.

MELETTI, L.M.M.; BARBOSA, W.; VEIGA, R.F.A.; PIO, R. Crioconservação de sementes de seis acessos de maracujazeiro. **Scientia agraria paranaensis**, v. 6, n. 1-2, p. 13-20, 2007.

MELETTI, L. M. M.; FURLANI, P. R.; ÁLVARES, V.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO FILHO, J. A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. **O Agronômico**, v. 54, p. 30-33, 2002.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.), **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2005. p. 55-78.

MENDONÇA, V.; NETO S. E. A.; RAMOS, J. D.; CARVALHO, J. G.; JUNIOR, V. C. A. Fontes e doses de fósforo para o maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, v. 19, p. 65-70, 2006.

MENEZES, J. M. T.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. 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.

MONTERO, D. A. V.; MELETTI, L. M. M.; MARQUES, M. O. M. Flowering behaviour of five species of **Passiflora** cultivated at greenhouse in southeast Brazil. **International Journal of AgriScience**, v. 3, p. 176-181, 2013.

NARVÁEZ, C. H.; CASTRO, M. H. P.; VALENZUELA, J. B.; HINRICHSEN, P. R. Patrones genéticos de loscultivares de vides de vinificación más comúnmente usados en Chile basados en marcadores de microsatélites. **Agricultura Técnica**, v. 61, n. 3, p. 249-261, jul./set., 2001.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. **Informativo Sementes** IPEF, p. 1, 1998.

NOVARA, C.; ASCARI, L.; MORGIA, V.; REALE, L.; GENREA, A.; SINISCALCO, C. Viability and germinability in long term storage of *Corylus avellana* pollen. **Scientia Horticulture**, v. 214, p. 295-303, 2017.

OCAMPO, J.; ARIAS, J. C.; URREA, R. Interspecific hybridization between cultivated and wild species of genus *Passiflora* L. **Euphytica**, v. 209, p. 395-408, 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. X.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010.

OLIVEIRA, E. J.; PADUA, J. G.; ZUCCHI, M. I.; CAMARGO, L. E. A.; FUNGARO, M. H. P.; VIEIRA, M. L. C. Development and characterization of microsatellite markers from the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Molecular Ecology Notes**, v. 5, p. 331-333, 2005.

OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. J.; SANTOS FILHO, H. P.; JESUS, O. N. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 14-35, 2013.

ONU – Organização Nacional das Nações Unidas. Estimativa da população mundial em 2050. Disponível em: <<https://www.un.org/pt/actualidade/31160-relatorio-das-nacoes-unidas-estimativa-da-populacao-mundial-alcance-os-96-milhoes-em-2050>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 179-181, 2005.

OSPINAS, J. A.; GUEVARA, C. L.; CAICEDO, L. E.; BARNEY, V. Effects of moisture on *Passiflora* seed viability after immersion in liquid nitrogen. In: ENGELMANN, F.; HIROKO, T. (Ed.). **Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm**: Current research progress and application Japan International Research Center for Agricultural Sciences. Tsukuba, 2000, p. 384-388.

PADILHA L.; GUIMARÃES C. T.; VIEIRA, M. G. G. C.; CRESTE I. R. P.; PARENTONI S. N.; PACHECO C. A. P.; SANTOS M. X.; GAMA E. E. G.; PAIVA, E. Microssatélites fluorescentes na diferenciação de linhagens de milho. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. **Anais...** Florianópolis-SC, p. 1-5, 2002.

PÁDUA, J. G.; SCHWINGEL, L. C.; MUNDIM, R. C.; SALOMÃO, A. N.; ROVERIJOSÉ, S. C. B. Germinação de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 80-85, 2011.

PAIVA, C. L.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; FREITAS, J. C. O.; SILVA, R. N. O.; OLIVEIRA, E. J. Genetic variability assessment in the genus *Passiflora* by SSR markers. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 74, p. 355-360, 2014.

- PASSOS, I. R. S.; MATOS, G. V. C.; BAZZO, M. C. Z.; MELETTI, L. M. M.; SCOTT, M. D. S.; BERNACCI, L. C.; VIEIRA, M. A. R. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas *in vitro*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 380-381, 2004.
- 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. 456-464.
- PEREIRA, P. P. A. **Reação de genótipos de Passiflora à fusariose em campo e sua relação com variáveis do solo**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.
- PÉREZ-GARCÍA, F.; GONZÁLEZ-BENITO, M. E.; GÓMEZ-CAMPO, C. High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 143-153, 2007.
- PRIOLLI, R. H. G.; MENDES-JUNIOR, C. T.; ARANTES, N. E.; CONTEL, E. P. B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 25, n. 2, p. 185-193, 2002.
- RAMIREZ, N. E.; BRITO, Y. Reproductive biology of tropical palm swamp community in the Venezuelan llanos. **American Journal of Botany**, v. 77, p. 1260-1271, 1990.
- RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G. C.; CENTURION, M. A. P. C.; FERREIRA, F. R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2004.
- ROSBAKH, S.; POSCHLOD, P. Minimal temperature of pollen germination controls species distribution along a temperature gradient. **Annals of Botany**, v. 117, p. 1111-1120, 2016.
- SALOMÃO, A. N. Tropical seed species' responses to liquid nitrogen exposure. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 133-138, 2002.
- SANTOS, C. H. B.; CRUZ NETO, A. J.; SOARES, T. L.; OLIVEIRAI, E. J.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Porta-enxertos e fixadores de enxerto para enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro azedo. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 30-35, 2016a.
- SANTOS, C. H. B.; CRUZ NETO, A. J.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp.. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 481-490, 2016b.
- SANTOS, E. A.; SOUZA, M. M.; ABREU, P. P.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; ARAÚJO, I. S.; VIANA, A. P.; ALMEIDA, A. A. F.; FREITAS, J. C. O. Confirmation and characterization of interspecific hybrids of *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) for ornamental use. **Euphytica**, v. 184, p. 389-399, 2012.
- SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 70-84, 2000.
- SANTOS, L. F.; OLIVEIRA, E. J.; SILVA, A. S.; CARVALHO, F. M.; COSTA, J. L.; PADUA, J. G. ISSR Markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. **Biochemical Genetics**, v. 49, p. 540-554, 2011.
- SANTOS, M. C.; SOUSA, G. R. L.; SILVA, J. R.; SANTOS, V. L. M. Efeito da temperatura e substrato na germinação de sementes de *Passiflora edulis* Sims *flavicarpa* Deg. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, p. 1-6, 1999.
- SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. PEACHES. IN: JANIK, J.; MOORE, J.N. (Eds.). **Fruit Breeding**. John & Sons, New York, 1995. p. 325-440.
- SHIVANNA, K.R. **Pollen biology and biotechnology**. Enfield: Science Publishers, 2003.
- SHIVANNA, K. R. Reproductive assurance through unusual autogamy in the absence of pollinators in *Passiflora edulis* (passion fruit). **Current Science**, v. 103, p. 1091-1096, 2012.

- SILVA, A. S. **Avaliação de germoplasma de maracujazeiro para resistência à fusariose e caracterização molecular do agente patogênico.** 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2011.
- SILVA, A. S.; OLIVEIRA, E. J.; HADDAD, F.; LARANJEIRA, F. F.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, S. A. S.; COSTA, M. A. P. C.; FREITAS, J. P. X. Identification of passion fruit genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Passiflorae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 236-242, 2013.
- SILVA, R. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; AGUIAR, A. V. M.; FALEIRO, F. G.; CARDOSO, A. M. S.; MENDONÇA, V. Reação de cultivares de maracujazeiro em áreas com fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 98-102, 2017.
- SOARES, T. L.; JESUS, O. N.; SANTOS-SEREJO, J. A.; OLIVEIRA, E. J. In vitro pollen germination and pollen viability in passion fruit (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1116-1126, 2013.
- SOARES, T. L.; JESUS, O. N.; SOUZA, E. H.; OLIVEIRA, E. J. Reproductive biology and pollen–pistil interactions in *Passiflora* species with ornamental potential. **Scientia Horticulture**, v. 197, p. 339–349, 2015.
- SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá**: espécies, variedades e cultivos. Piracicaba: Editora FEALQ, 1997. p. 179.
- SOUZA, M. M.; PEREIRA, T. N. S.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MADUREIRA, H. C. Flower receptivity and fruit characteristics associated to time of pollination in the yellow passion fruit *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (*Passifloraceae*). **Scientia Horticulturae**, v. 101, p. 373-385, 2004.
- SOUZA, M. M.; PEREIRA, T. N. S.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G.; BERNACCI, L. C.; SUDRÉ, C. P.; SILVA, L. C. Meiotic irregularities and pollen viability in *Passiflora edmundoi* Sacco (*Passifloraceae*). **Caryologia**, v. 56, p. 161-169, 2003.
- SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. **Scientia Horticulturae**, v. 229, p. 77-90, 2018.
- STAUB, J. E.; GABERT, A.; WEHNER, T. C. Plant variety protection: A consideration of genetic relationship. **Hort Science**, v. 31, n. 7, p. 1086-1091, dez. 1996.
- SUASSUNA, T. M. F.; BRUCKNER, C. H.; CARVALHO, C. R.; BORÉM, A. Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic-sporophytic control. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 106, p. 298-302, 2003.
- TENG, N. J.; WANG, Y. L.; SUN, C. Q.; FANG, W. M.; CHEN, F. D. Factors influencing fecundity in experimental crosses of water lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cultivars. **BMC Plant Biology**, v. 12, p. 1-17, 2012.
- 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**, Brasília, v. 19, n. 3.1, p. 34-38, 1994.
- UDE, G.; PILLAY, M.; NWAKANMA, D.; TENKOUANO, A. Analysis of genetic diversity and sectional relationships in *Musa* using AFLP markers. **Theoretical and Applied Genetics**, n. 104, p. 1239-1245, 2002.
- ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. ***Passiflora***: passionflowers of the world. Portland: Timber Press, 2004. 430p.
- VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. The MIT Press: Cambridge, 2000.
- VARASSIN, I. G.; TRIGO, J. R.; SAZIMA, M. The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (*Passifloraceae*) in south-eastern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 36, p. 139-152, 2001.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; SILVA, A. C.; SILVA, A. C. da; REIS, F. de O. Ecofisiologia do maracujazeiro e implicações na exploração diversificada. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRO, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. v. 1, p. 295-313.

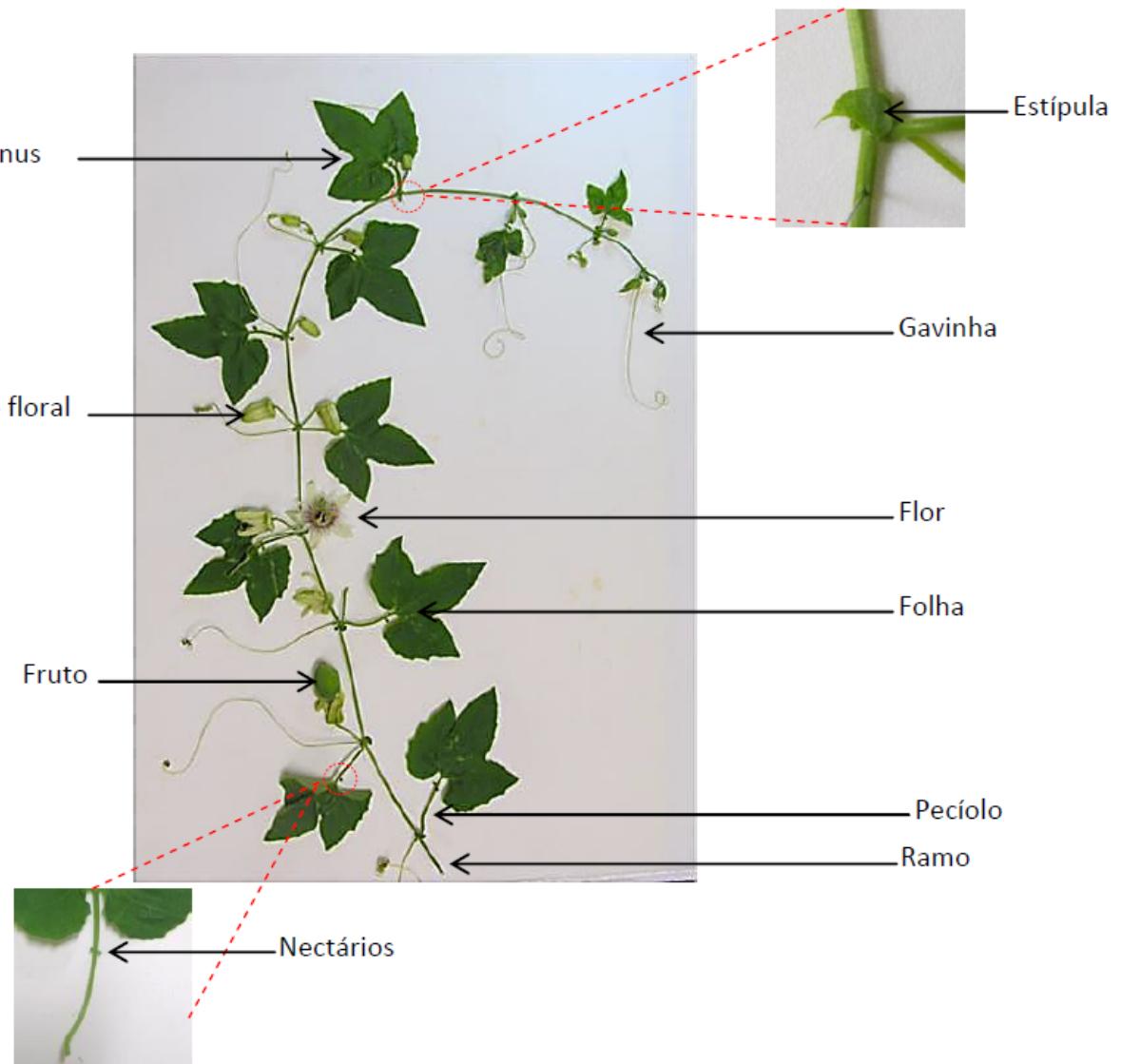
VIANNA-SILVA, T.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. F.; ALMEIDA CARLOS, L.; VITORAZI, L. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 545-550, 2008.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.; BIANCHETTI, L. de B.; VALLS, J. F. M. Origens da agricultura, centros de origem e diversificação das plantas cultivadas. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 778 p.

YI, W.; LAW, E. S.; MCCOY, D.; WETZSTEIN, H. Y. Stigma Development and Receptivity in Almond (*Prunus dulcis*). **Annals of Botany**, v. 97, p. 57-63, 2006.

CAPÍTULO 2

Descriptores Morfoagronómicos para la Caracterización de Recursos Genéticos de *Passifloras*



Descriptores Morfoagronómicos para la Caracterización de Recursos Genéticos de *Passiflora*

Onildo Nunes de Jesus¹; Taliane Leila Soares¹; Eduardo Augusto Girardi¹, Fabio Gelape Faleiro²

Introducción

El género *Passiflora* L. es el más importante de la familia Passifloraceae, que presenta cerca de 530 especies, con amplia variabilidad genética (Milward-de-Azevedo y Baumgratz, 2004). En Brasil, a pesar de haber gran variabilidad de los agroecosistemas y existir cerca de un tercio de las especies del género *Passiflora*, el número de cultivares comerciales es pequeño, restringiéndose a pocas especies de mayor expresión económica como *P. edulis* Sims (maracuyá ácido) y *P. alata* Curtis (maracuyá dulce - maracúa).

Para explorar el potencial de esta cultura, las especies silvestres de *Passiflora* se han utilizado en programas de hibridación para contribuir con el mejoramiento genético del maracuyá comercial (Meletti et al., 2005, Junqueira et al., 2005), por presentar la resistencia a enfermedades y otras características interesantes, como longevidad, autocompatibilidad, período de florecimiento ampliado, entre otras. Sin embargo, es necesaria la intensificación de estudios de caracterización para el mejor conocimiento de los recursos genéticos de las *Passiflora* silvestres y comerciales.

En el levantamiento de las demandas de investigación en la cultura del maracuyá, Faleiro et al. (2006) indicaron la caracterización, domesticación y desarrollo de esas nuevas especies como puntos prioritarios en la investigación en maracuyá. Los estudios de caracterización de germoplasma son importantes para reconocer la variabilidad genética disponible, la protección de los cultivares y la identificación de duplicados y caracteres útiles para los programas de mejora genética. Esta caracterización puede ser evaluada por el uso de diversos tipos de descriptores como los morfoagronómicos, citológicos, bioquímicos, fisiológicos y moleculares (Cruz e Carneiro, 2006). En este capítulo, se presentan informaciones recientes sobre los principales descriptores morfoagronómicos utilizados en la caracterización de recursos genéticos del maracuyá.

Principales Descriptores Morfoagronómicos

Descriptores de la planta

Las especies del género *Passiflora* presentan como principales características ser plantas trepadoras herbáceas o leñosas de ramas cilíndricas o cuadrangulares, angulosas, suberificadas,

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil; ²Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil. E-mail: onildo.nuens@embrapa.br; talialeila@gmail.com; eduardo.girardi@embrapa.br, fabio.faleiro@embrapa.br;

glabras o pilosas, pudiendo alcanzar de 5 a 10 m de longitud (Teixeira, 1994). Esta característica de la planta con crecimiento escandal requiere algún tipo de soporte para el desarrollo de la planta, como las espalderas y emparrados. La mayoría de las especies presentan crecimiento vigoroso y continuo, sistema radicular superficial, largo período de producción con florecimiento y fructificación en varios meses del año. La Figura 1 ilustra las principales estructuras de las plantas de maracuyá.

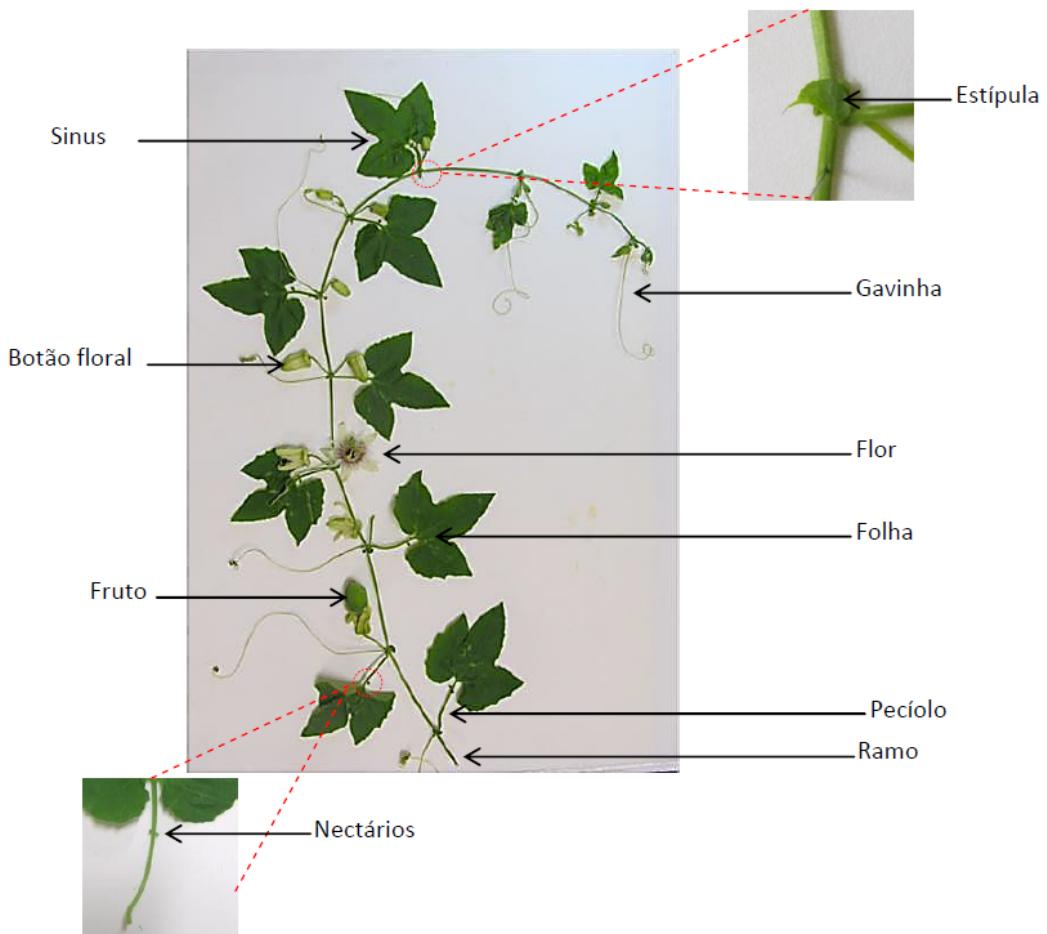


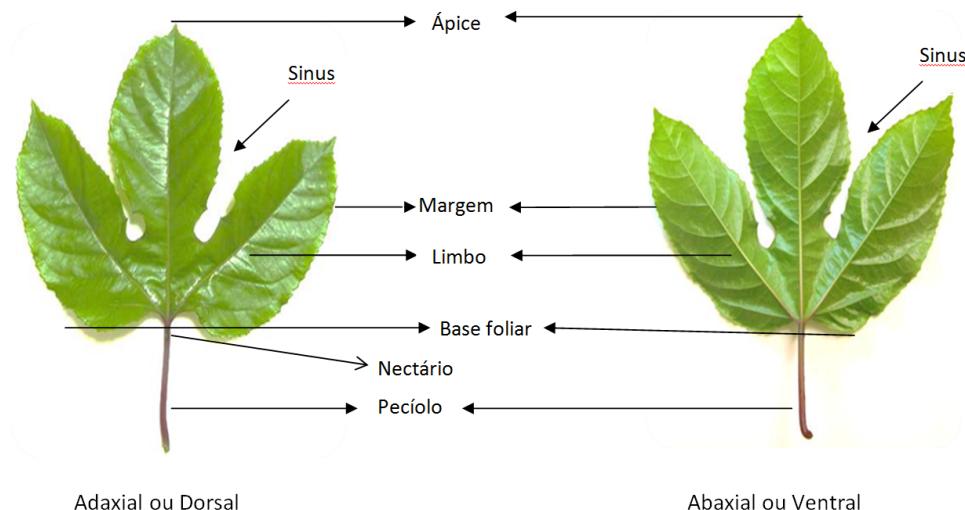
Foto: Onildo Nunes de Jesus

Figura 1. Detalle de las características de las ramas de *Passiflora morifolia* Mast.

Descriptores de la hoja

Las diferentes especies comerciales y silvestres del género *Passiflora* exhiben una gran diversidad en forma de hojas (lanceolada, ovada, cordada, oblonga, elíptica, fendida, partida o seccional) (Jesus et al., 2015a, 2015b), probablemente debido a la presión evolutiva entre pasifloras

(Vanderplank, 2000). En la mayoría de las especies las hojas son simples y alternas, elípticas o orbiculares, enteras o lobadas, margen generalmente entera, base cordada, truncada, redondeada o cuneada, pecíolo con o sin glándulas, glándulas peciolares sésiles, estipadas o pedunculadas, algunas veces con glándulas en los lobos de los sinus (Figura 2). Pocas especies poseen hojas compuestas (Ulmer y Macdougal, 2004). Las zarcillos, generalmente solitarios, se desarrollan en las axilas de las hojas y ausentes en especies leñosas (Cunha et al., 2002). Las brácteas son pequeñas o foliáceas, verticilizadas e involucradas o alternadas en el pedúnculo, algunas veces deciduas.

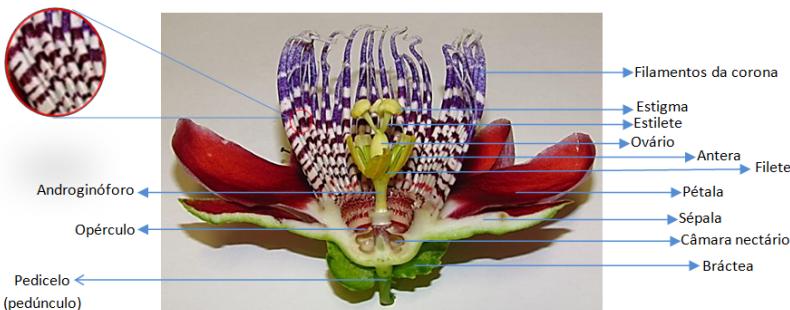


Fotos: Onildo Nunes de Jesus

Figura 2. Detalles de una hoja del *Passiflora edulis* Sims.

Descriptores da flor

En las plantas del género *Passiflora* las flores son hermafroditas, grandes, vistosas con diferentes coloraciones (blanca, rosa, magenta, diferentes tonos de rojo, azul o morado) (Jesus et al., 2015a; 2015b) y protegidas en la base por brácteas foliares. La corona formada por varios filamentos o fímbrias es sin duda la marca característica del género *Passiflora*, su origen ha sido investigado durante muchos años y se cree que se deriva de sépalos y pétalos, y no de estambres (Figura 3). En el centro de la flor, existe el androgínóforo columnar bien desarrollado con el ovario globoso, unilocular y multiovulado. La estructura femenina tiene tres estiletes libres o conectados en la base, con estigmas capitados. La estructura masculina está formada por cinco estambres, con filetes libres o conectados en la base con anteras dorsofijas y versátiles. Dependiendo de la especie, la apertura de la flor puede ser en el período matutino, vespertino o nocturno, siendo que algunas especies son sensibles al fotoperíodo, o sea, necesitan días más largos para inducir el florecimiento.

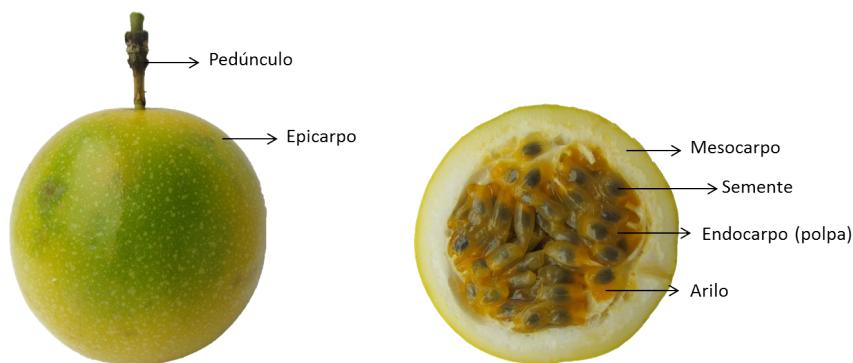


Fotos: Onildo Nunes de Jesus

Figura 3. Detalle de una flor de *Passiflora alata* Curtis.

Descriptores de la fruta

Los frutos del maracuyá son usualmente bayas (Figura 4), indeicentes o cápsulas deicentes, presentando varias formas (ovalado, oblongo, redondeado, oblato, elipsoide, fusiforme, oboval y periforme) y colores (verde, amarillo, naranja, rosado, rojo y morado) (Vanderplank, 2000, Ulmer y Macdougal, 2004; Jesus et al., 2015a, 2015b). Normalmente, las semillas se comprimen, reticuladas, puntuadas o transversalmente alveoladas, envueltas por un arilo mucilaginoso. Son del tipo ortodoxas u ortodoxas intermedias (Nunes e Queiroz, 2006).



Fotos: Onildo Nunes de Jesus.

Figura 4. Detalle de um fruto de *Passiflora edulis* Sims.

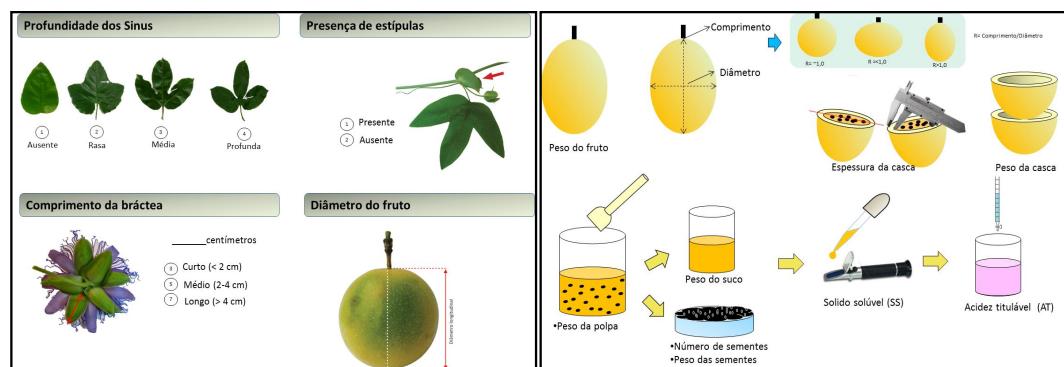
Descriptores agronómicos

Los descriptores agronómicos están relacionados al desempeño de las plantas en cuanto a su potencial para uso en el mejoramiento genético o uso directo como plantas frutales, ornamentales y / o medicinales. Los aspectos relacionados con la fenología reproductiva, la productividad de hojas, flores y frutos, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés hídrico y características físicas y químicas de los frutos deben ser consideradas en el proceso de caracterización de recursos genéticos.

Estudios sobre el uso de descriptores morfoagronómicos en la caracterización de recursos genéticos

Para el maracuyá, existen algunos estudios orientados a la caracterización del germoplasma (Crochemore et al., 2003; Araujo et al., 2008; Viana et al., 2010) utilizando descriptores cualitativos y cuantitativos, sin embargo hasta el momento, (IPGR), que tiene como uno de sus fundamentos estandarizar las caracterizaciones de las especies vegetales a través de listas de descriptores, abarcando las especies de ese grupo. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento de Brasil publicó las instrucciones normativas para la ejecución de los ensayos de diferenciación, homogeneidad y estabilidad de cultivares de *Passiflora* y *Passiflora edulis* Sims (MAPA, 2008 a, b), en la que se mencionan los descriptores mínimos para caracterización de genotipos de *Passiflora* para fines de protección. Sin embargo, muchos de estos descriptores a ser evaluados no son de uso común incluso para especialistas en botánica o mejoramiento de la cultura, y por eso, necesitan ser mejor descritas y presentadas de forma visual. En este sentido, se elaboraron dos manuales para la aplicación de estos descriptores para diferentes especies e híbridos del género *Passiflora* (Jesus et al., 2015b) y también exclusivo para *Passiflora edulis* Sims (Jesus et al., 2015c).

Considerando la importancia de la caracterización morfológica para colecciones de germoplasma ex situ, Jesus et al. (2015a) elaboraron un catálogo descriptivo en *Passiflora* con el propósito de estandarizar la evaluación de los caracteres morfoagronómicos, en estudios de caracterización de bancos de germoplasmas. Como uno de los objetivos de la caracterización es facilitar el intercambio y la utilización de germoplasma, es fundamental que los descriptores morfológicos tengan mayor uniformidad posible para que puedan ser practicables, con fácil manipulación y entendidos por usuarios de todo el mundo (Figura 5).



Fotos: Onildo Nunes de Jesus

Figura 5. Ejemplos ilustrados de descriptores del libro "Descriptores morfoagronómicos ilustrados para *Passiflora* spp." Utilizados en la caracterización de germoplasma de *Passiflora*.

El manual ilustrado (Jesus et al., 2015a) cuenta con los descriptores de la planta, de la hoja y de los frutos, además de ejemplos ilustrados de escalas de notas para la evaluación de los principales problemas fitosanitarios. Es importante señalar que estos descriptores forman parte de la lista utilizada para el registro y protección de cultivares de maracuyá(MAPA, 2008a, b); UPOV, algunos listados por Gonçalves (2007), y otros establecidos por mejoradores experimentados en el cultivo. Esperamos que esta publicación se convierta en una guía útil práctica en estudios de caracterización morfoagronómica y accesible a instituciones que estudian el género *Passiflora*.

Referências

- ARAÚJO, F. P.; SILVA, N.; QUEIROZ, M. A. Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* Mast. com base em descriptores morfoagronômicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 723-730, 2008.
- CROCHMORE, M. L.; MOLINARI, H. B.; STENZEL, N. M. C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 5-10, 2003.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.
- CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V. & JUNQUEIRA, N.T.V. 2002. Espécies de maracujazeiro. In: Lima, A.A. (Ed.). **Maracujá Produção: Aspectos Técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104p. (Frutas do Brasil; 15).
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54p.
- JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. **Descriptores morfoagronômicos ilustrados para *Passiflora* spp.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015a. 66p. (no prelo)
- JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. **Manual prático para aplicação de descriptores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (*Passiflora* spp.)**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2015b. 35p. (no prelo).
- JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. **Manual prático para a aplicação de descriptores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims.)**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2015c. 35p. (no prelo).
- JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNATTI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência à doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 80-108.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujá das espécies: *Passiflora alata* Curtis; *Passiflora amethystina* J.C.Mikan; *Passiflora caerulea* L.; *Passiflora cincinnata* Mast.; *Passiflora coccinea* Aubl.; *Passiflora foetida* L.; *Passiflora gardneri* Mast.; *Passiflora ligularis* Juss.; *Passiflora mucronata* Lam.; *Passiflora nitida* Bonpl. ex Kunth; *Passiflora quadrangularis* L.; *Passiflora setacea* DC; *Passiflora tenuifila* Killip e *Passiflora tripartita* (Juss.). 2008 a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujá (*Passiflora edulis* Sims), 2008 b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

MELETTI, L. M. M ; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. da S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M.F. (Org.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 2005, v. 1. p. 55-78.

MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A., BAUMGRATZ, J. F. A. *Passiflora* L. subgênero Decaloba (DC.) Rchb. (*Passifloraceae*) na Região Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, p. 17-54, 2004.

NUNES, T.S.; QUEIROZ, L.P. A família *Passifloraceae* na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus**, v. 1, n.1, p. 33-46, 2001.

TEIXEIRA, C.G. CULTURA. IN: TEIXEIRA, C.G.; CASTRO, J.V.; TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J.C.; TURATTI, J.M.; LEITE, R.S.S.F.; BLISKA, F.M.M.; GARCIA, A.E.B.C. (EDS.) **Maracujá**: cultura, matéria prima, processamento e aspectos agronômicos. Campinas: Instituto Tecnologia de Alimentos, 1994. p. 1-142.

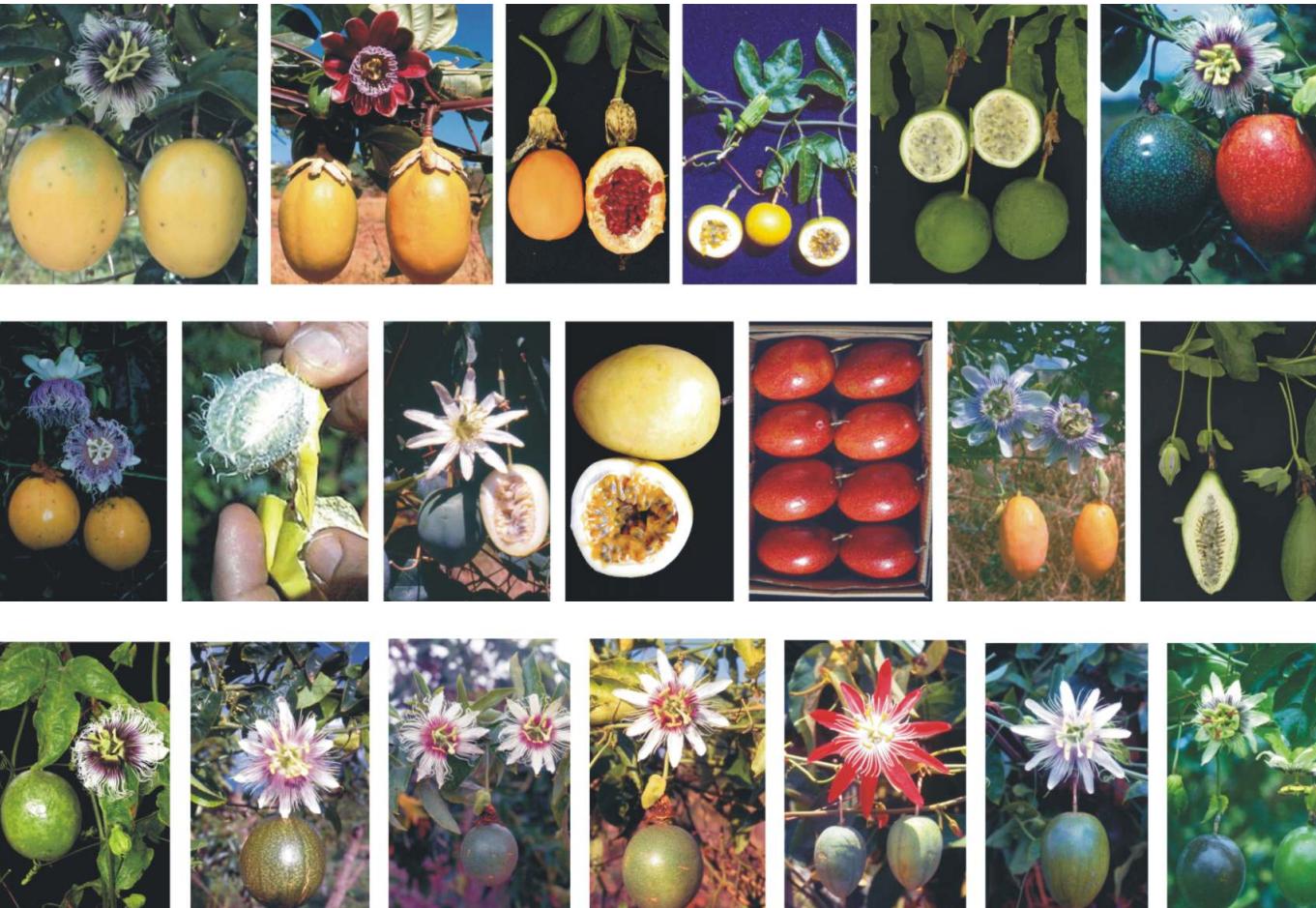
ULMER, T. E MACDOUGAL, J.M. **Passiflora**: passionflowers of the world. Portland: TimberPress, 2004. 430 p.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 2000.

VIANA, A.J.C.; SOUZA, M.M.; ARAÚJO, I.S.; CORRÉA, R.X.; AHNERT, D. Genetic diversity in *Passiflora* species determined by morphological and molecular characteristics. **Biologia Plantarum**, v. 54, p. 535-538, 2010.

CAPÍTULO 3

Caracterización Ecológica, Morfológica, Agronómica y Molecular de las Pasifloras y su Uso Diversificado



Caracterización Ecológica, Morfológica, Agronómica y Molecular de las Passifloras y su Uso Diversificado

Fábio Gelape Faleiro¹, Nilton Tadeu Vilela Junqueira¹, Onildo Nunes de Jesus², Ana Maria Costa¹

Introducción

Para que la variabilidad genética de accesos de especies cultivadas y silvestres conservada en los bancos de germoplasma sea utilizada y aprovechada de forma práctica, las actividades de caracterización son esenciales, siendo una importante demanda para las investigaciones (Faleiro et al., 2005; Faleiro et al., 2006).

Diferentes características se utilizan en los estudios de accesos de maracuyá destacándose las ecológicas, morfológicas, agronómicas y moleculares. Esta caracterización de cada acceso va a subsidiar su utilización práctica proporcionando genes de interés para programas de mejoramiento genético y también su uso como porta-injertos y como alternativas para diversificación de los sistemas de producción como nuevos alimentos funcionales para consumo en fresco y para uso como plantas ornamentales y medicinales (Faleiro e Junqueira, 2009; Faleiro et al., 2011).

En este capítulo se discutirán las principales características utilizadas en la caracterización del germoplasma y ejemplificados los diferentes usos prácticos de la valiosa variabilidad genética del género Passiflora.

Caracterización del Germoplasma

Características ecológicas

Las características ecológicas se refieren a las obtenidas con base en el lugar de recolección de determinado acceso. Los datos de pasaporte pueden contener importantes características ecológicas de cada material genético. La posición geográfica del lugar de recolección del acceso y la utilización de informaciones del Sistema de Información Geográfica han permitido recuperar informaciones importantes sobre las condiciones ambientales y biológicas del local de recolección de cada acceso (Guarino, et al., 2002).

El conocimiento de las condiciones ecogeográficas de los locales de recolección del germoplasma proporciona un indicativo del proceso de adaptación a que el acceso fue sometido, y de su posible comportamiento agronómico y biológico (Hawtin, et al 1996). La idea de utilizar

¹Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil; ²Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil

este tipo de información es relativamente nueva y los descriptores obtenidos por esta vía han sido denominados, genéricamente, de descriptores ecológicos (Steiner y Greene, 1996). Tales informaciones han orientado actividades de recolección, conservación ex situ y permitiendo la búsqueda de combinaciones génicas adaptativas de interés para programas de mejoramiento genético.

Con base en el Sistema de Información Geográfica, cuando las coordenadas del local de recolección están disponibles, es posible inferir sobre las informaciones ecogeográficas de los accesos, por la posibilidad de asociar los locales de recolección con datos de clima, vegetación, suelo, pluviometría local, entre otros datos geográficos disponibles en forma de mapas que pueden ser superpuestos a los lugares de recolección (Costa et al., 2005). La Figura 1 ilustra el procedimiento de obtención de descriptores ecológicos basados en la superposición de mapas de información geográfica al punto de recolección del acceso.

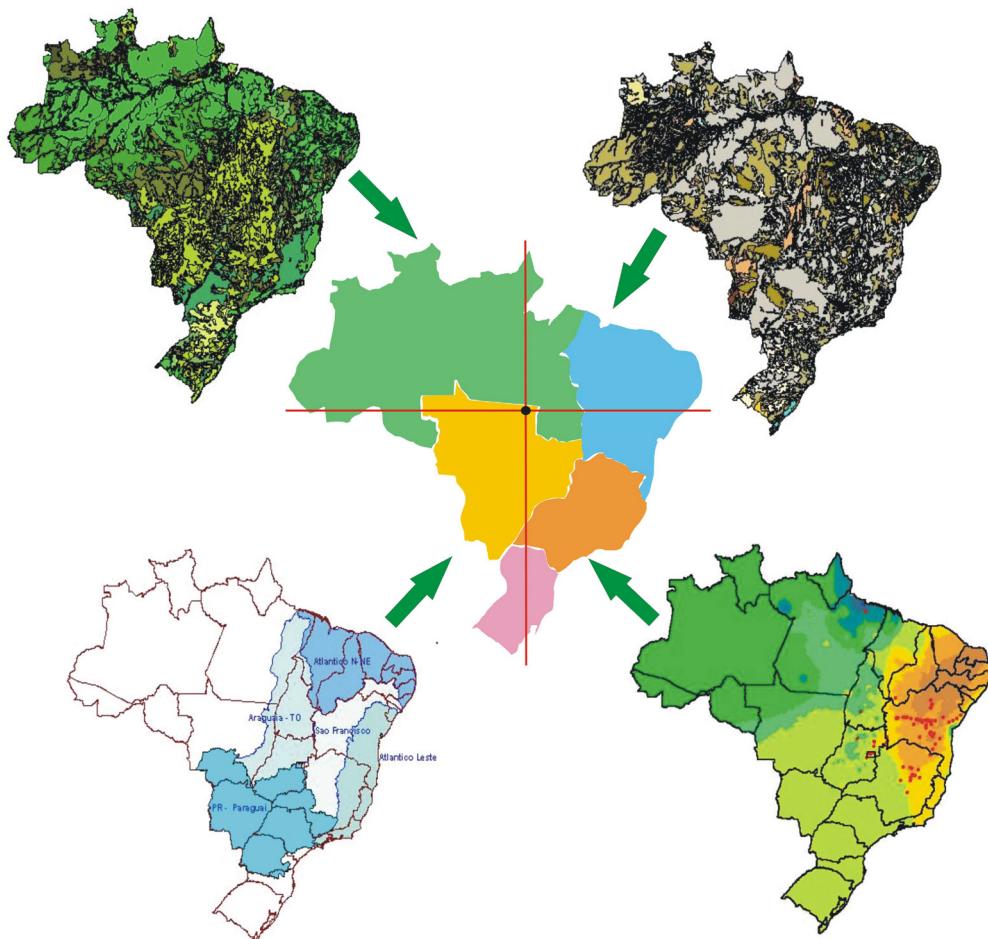


Figura 1. Mapas del Sistema de Información Geográfica de Brasil utilizados para obtención de descriptores ecológicos basados en el punto de colecta.

Características morfológicas

Existe una gran variabilidad morfológica en el género *Passiflora*. Las diferentes especies comprenden plantas trepadoras herbáceas o leñosas, pudiendo presentarse como hierbas y arbustos de vástagos cilíndricos o cuadrangulares, angulosos, suberificados, glabras o pilosas, siendo que las principales diferencias entre las especies están relacionadas a la morfología de los vástagos, número de pecíolos, glándulas peciolares, brácteas, semillas, además de las morfologías foliar, de las flores y de los frutos (Vanderplank, 1996, Bernacci et al., 2005). En la misma especie, diferencias en la morfología de los frutos como longitud, diámetro, peso y coloración de la pulpa, semilla, cáscara, del propio fruto, espesor de la corteza y ° Brix son comunes, a ejemplo de las verificadas por Ferreira et al. (1976) en *P. edulis* y Meletti et al. (2003) en *P. alata*.

Muchas veces, características morfológicas pueden subsidiar el uso práctico de determinado acceso o especie de *Passiflora*. Por ejemplo, la belleza y la naturaleza exótica de una flor puede dar una buena idea de su potencial ornamental, la coloración más intensa de la pulpa del fruto puede dar una idea del potencial funcional de aquel material genético y la forma y tamaño del fruto puede dar una idea de su potencial agronómico para el consumo en fresco. Otra característica morfológica interesante de algunas especies silvestres relatada por Junqueira et al. (2006a) es la presencia de androginóforo más corto que reduce la altura de los estigmas en relación a la corona, facilitando la polinización por insectos menores. La Figura 2 ilustra una pequeña parte de la variabilidad genética del maracuyá, basada en la morfología de las flores y los frutos.

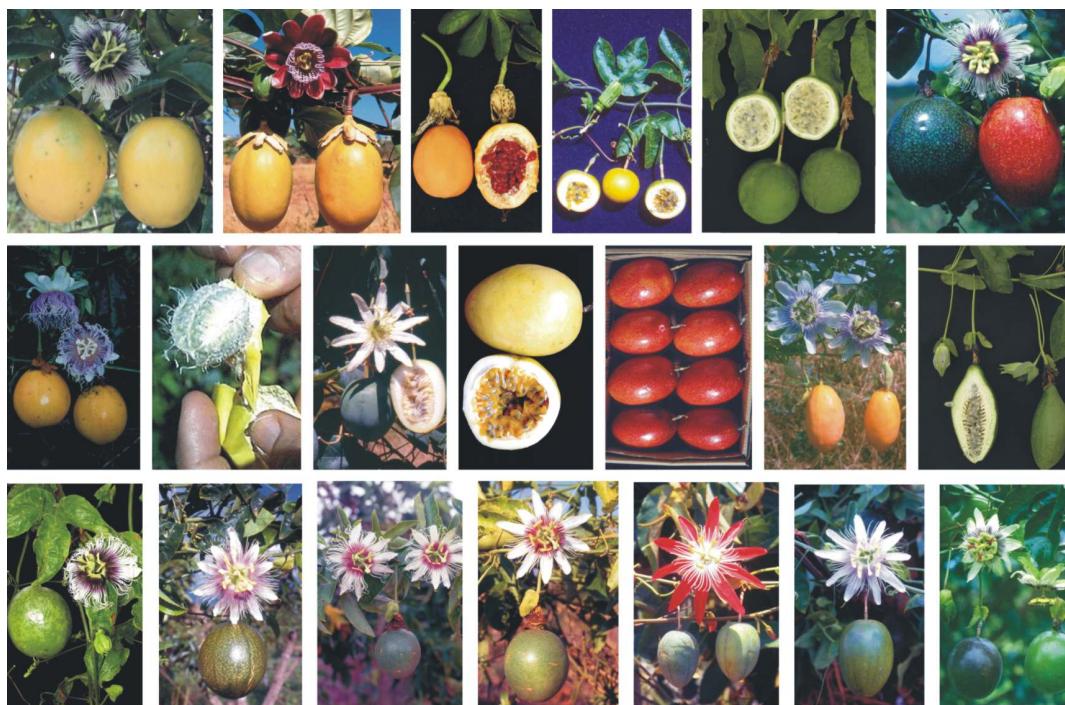


Figura 2. Características morfológicas de las flores y frutos de las pasifloras.

Características agronómicas

La identificación de genes de interés de accesos de especies cultivadas y silvestres para uso en programas de mejoramiento genético del maracuyá-ácido y maracuyá dulce es fundamental para la sostenibilidad económica de esas culturas y de toda la cadena productiva. En el caso del maracuyá-ácido, estudios preliminares han mostrado que existe poca variabilidad genética entre los cultivares actuales para la resistencia a enfermedades (Junqueira et al., 2003), lo que implica una vulnerabilidad genética de las plantaciones comerciales a las enfermedades.

Por un lado, estudios de genotipos de maracuyá-ácido, basados en características agronómicas y marcadores del ADN tampoco mostraron expresiva variabilidad genética (Pio-Viana et al., 2003). Por otro lado, especies silvestres del género *Passiflora* (*P. laurifolia*, *P. nitida*, *P. tenuifilla*, *P. mucronata*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. quadrangularis*, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, entre otras) de acuerdo con los estudios preliminares, la variabilidad para la resistencia a las principales enfermedades del maracuyá (Cunha et al., 2002, Junqueira et al., 2005) y también variabilidad a nivel del ADN (Vieira et al., 2005 y Plotze et al., 2005, Bellon et al., 2007). Varias de estas especies han sido citadas como potenciales fuentes de resistencia que pueden contribuir al control de enfermedades causadas por hongos, bacterias y por algunos virus.

Además de la resistencia a enfermedades, otras características agronómicas presentan gran importancia como las relacionadas al vigor vegetativo, productividad, épocas de florecimiento y sensibilidad al fotoperíodo, adaptabilidad a diferentes ecosistemas, tamaño del fruto, rendimiento y características químicas de la pulpa, resistencia y tolerancia a insectos-plaga, entre otras. Como tales características son cuantitativas y gobernadas por un conjunto de genes, el montaje de experimentos con repeticiones utilizando delineamientos para el control ambiental es de gran importancia en el proceso de caracterización. La Figura 3 ilustra algunas características agronómicas y su proceso de evaluación.



Figura 3. Evaluación de características agronómicas del maracuyá.

Características moleculares

En los últimos años ha habido un aumento significativo de la aplicación de metodologías de la genética molecular para resolver problemas y aumentar la eficiencia de los programas de caracterización y uso de los recursos genéticos vegetales. Las tecnologías modernas de análisis molecular permiten la generación de marcadores genético-moleculares directamente en el ADN. El principio de la utilización de estos marcadores moleculares se basa en el díoma central de la biología molecular y en la suposición de que las diferencias genéticas en el ADN significan, en la mayoría de las veces, diferencias fenotípicas. Entre las ventajas de los marcadores, se puede citar la obtención de un número prácticamente ilimitado de polimorfismos genéticos, la identificación directa del genotipo sin influencia del ambiente, la posibilidad de detección en cualquier estadio del desarrollo de la planta a partir de cultivo de células o tejidos y la posibilidad de generar mayor cantidad de información genética por loco en el caso de marcadores co-dominantes.

Con base en las características moleculares generadas por los polimorfismos del ADN de los diferentes accesos o especies del banco de germoplasma, varias informaciones pueden ser obtenidas (Faleiro, 2007, Faleiro, 2011). Los análisis de la distribución geográfica de la variabilidad genética, estrategias de muestreo para la recolección de recursos genéticos, análisis de accesos duplicados y redundantes, análisis de la diversidad genética y frecuencia génica, la ayuda en tra-

bajos de clasificación botánica, filogenia y evolución, composición de colecciones nucleares y de trabajo, caracterización molecular de germoplasma, ayuda en la elección de genitores para programas de mejoramiento, la confirmación de la fecundación cruzada, pruebas de ascendencia genética y paternidad, recuperación más rápida del genoma recurrente, desarrollo de mapas genéticos, selección de características de interés asistida por marcadores moleculares y análisis de pureza de semillas. En el caso del maracuyá, algunas de estas informaciones se ejemplifican en las revisiones de Pereira et al. (2005), Vieira et al. (2005) y Faleiro et al. (2012). La Figura 4 ilustra algunos marcadores moleculares e información generada sobre la base de características moleculares.

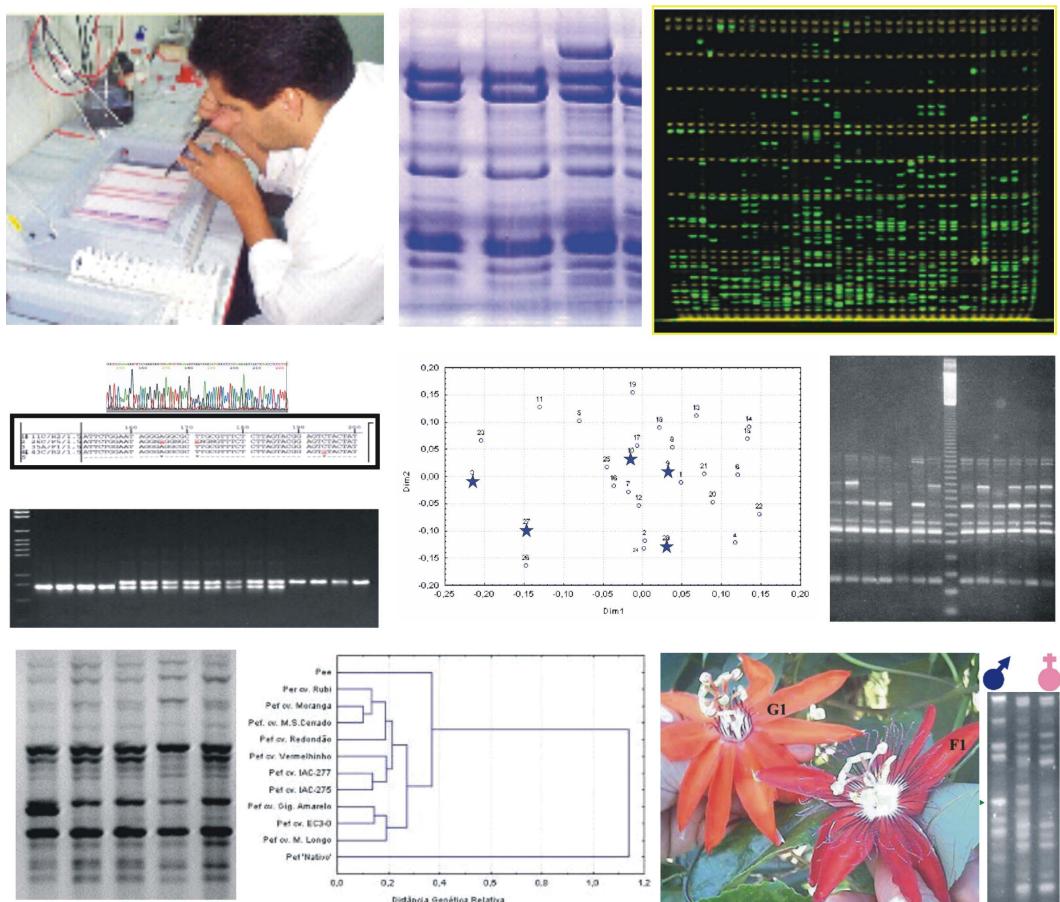


Figura 4. Obtención de polimorfismos e informaciones basadas en marcadores moleculares del ADN.

Uso del Germoplasma

En los programas de mejora genética

En las revisiones de literatura realizadas por Oliveira et al. (1994); Oliveira e Ruggiero (1998) e Junqueira et al. (2005), se mencionan varios usos de germoplasma de *Passiflora* como posi-

bles fuentes de resistencia a enfermedades en programas de mejoramiento genético. Oliveira y Ruggiero (1998) citaron el potencial de las especies *P. alata*, *P. nitida*, *P. macrocarpa*, *P. setacea*, *P. giberti*, *P. laurifolia* y *P. suberosa* como fuentes de resistencia a enfermedades. Estos mismos autores citan las especies *P. giberti*, *P. maliformis*, *P. cincinnata*, *P. laurifolia*, *P. caerulea* y *P. setacea* como prometedoras fuentes de resistencia a la bacteriosis y las especies *P. edulis*, *P. laurifolia*, *P. setacea*, *P. giberti* y *P. alata* a la verrugosis. Oliveira et al. (1994) mostraron con base en inoculaciones controladas, la inmunidad de la especie *P. nitida* a la antracnosis. Con respecto al CABMV, según León (2001) no hay informes de fuentes de inmunidad en plantas del género Passiflora, aunque diferentes niveles de resistencia hayan sido verificados incluso dentro de la especie *P. edulis*.

En las condiciones del Cerrado Brasileño, evaluaciones agronómicas de germoplasma silvestre de Passiflora han mostrado el potencial de las especies *P. actinia*, *P. setacea* y *P. coccinea* para la resistencia a los virosis, las especies *P. odontophylla*, *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. serrato-digitata*, *P. actinia*, *P. mucronata* y algunos accesos de *P. edulis* y *P. nitida* para la resistencia a la bacteriosis y las especies *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. coccinea*, *P. actinia*, *P. setacea*, *P. nitida*, *P. caerulea* y algunos accesos de *P. edulis* para la resistencia a la antracnosis (Junqueira et al., 2006a).

Según Junqueira et al. (2005, 2006a), entre las varias especies de pasifloras silvestres en Brasil, algunas tienen características interesantes que podrían ser introducidas en el maracuyá comercial. Además de la resistencia a enfermedades y a algunas plagas, hay especies autocompatibles como la *P. tenuifila*, *P. elegans*, *P. capsularis*, *P. villosa*, *P. suberosa*, *P. morifolia* y *P. foetida*. Esta característica es importante para aumentar la productividad y reducir los costos de mano de obra para la polinización manual, así como para reducir el impacto negativo provocado por las abejas africanas. Hay especies como *P. flechacea* y *P. coccinea* que, en las condiciones de la región Central de Brasil, se comportan como planta de "días cortos", pues florecen y fructifican durante el período de días cortos del año, y la cosecha ocurre de agosto a octubre, época de la entrecosecha del maracuyá-ácido comercial. Esta característica, si se incorpora al maracuyá comercial, podría eliminar los problemas referentes a su estacionalidad, permitiendo la producción de frutos durante todo el año en la región Centro-Sur del país. La tolerancia al frío verificada en *P. caerulea* y *P. incarnata* también es una característica de gran interés para el mejoramiento genético del maracuyá.

Otra característica observada en algunas especies silvestres, relatada por Junqueira et al. (2006a), es la presencia de androgínóforo más corto que reduce la altura de los estigmas en relación a la corona, facilitando la polinización por insectos menores. En algunos accesos de maracuyá púrpura silvestre y *P. odontophylla*, en el momento de máxima curvatura del estilo, los estigmas llegan a tocar la corona pudiendo, de esa forma, ser polinizados por abejas que se consideran plagas importantes por transportar todo el polen y no hacer la polinización de forma eficaz.

Las especies silvestres también pueden ser utilizadas cuando se desea mejorar características físicas, químicas o sensoriales de la pulpa del maracuyá para nuevas opciones de mercado, sea como fruta exótica o para incrementar propiedades funcionales. En este sentido, la *P. caerulea* y accesos silvestres de *P. edulis* han presentado potencial para dejar más rojiza la pulpa del maracuyá comercial, mejorando sus propiedades funcionales (Faleiro et al., 2011).

Como patrón

En el trabajo de Maldonado et al. (1991) y en las revisiones de literatura hechas por Oliveira et al. (1994) y Oliveira y Ruggiero (1998), se citan varias utilizaciones de germoplasma de Passiflora como porta-injertos. Para tal uso, características de vigor radicular y resistencia a enfermedades causadas por patógenos del suelo como fusariosis (*Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae*), podredumbre fusariana (*Fusarium solani*) y la podredumbre del pie o del cuello (*Phytophthora* sp.) son de gran importancia. Tales enfermedades reducen drásticamente la productividad y la longevidad de los cultivos.

Purss (1954) verificó que algunas especies de *Passiflora* (*P. aurantia*, *P. incarnata*, *P. suberosa*, *P. herbertiana*, *P. edulis*) fueron resistentes a la fusariosis. Oliveira et al. (1984) estudiaron la supervivencia de plantas de *P. edulis* injertadas en *P. gibertii* en área con historial de ocurrencia de muerte precoz y observaron un porcentaje de supervivencia de más del 93% de las plantas injertadas y menos del 5% de las plantas de pie franco (sin injertar). Seixas et al. (1988) utilizando *P. macrocarpa* como porta-injerto, observaron un porcentaje de supervivencia del 44% de las plantas injertadas y el 0% de las plantas de pie franco después de dos años y medio de cultivo en área con histórico de muerte precoz y presencia de nematodos. Yamashiro y Landgraff (1979) verificaron la resistencia de las especies *P. alata*, *P. macrocarpa* e *P. quadrangularis* a la fusariosis y recomendaron las mismas como porta-injerto del maracuyá ácido.

El potencial de híbridos interespecíficos como porta-injertos también ha sido analizado por las investigaciones (Braga et al., 2005, Junqueira et al., 2006b). Oliveira y Ruggiero (1998) citaron el potencial de las especies *P. alata*, *P. nitida*, *P. macrocarpa*, *P. setacea*, *P. gibertii*, *P. laurifolia* y *P. suberosa* como fuentes de resistencia a enfermedades en porta-injerto del maracuyá ácido. Menezes et al. (1994), Fisher (2003) y Meletti y Bruckner (2001) relataron que *Passiflora caerulea*, *P. nitida*, *P. laurifolia* y algunos accesos de *P. suberosa*, *P. alata*, *P. coccinea*, *P. gibertii* y *P. setacea* fueron resistentes a la muerte temprana y a otras enfermedades causadas por patógenos del suelo. Según Menezes et al. (1994) y Fischer (2003), la especie *P. nitida*, además de resistente, presentó gran rusticidad. Los experimentos de validación en condiciones comerciales han mostrado la importancia de *P. nitida* y *P. alata* como porta-injerto para el maracuyá ácido comprobando la resistencia a la fusariosis y a la muerte precoz (Semprebom et al., 2012; Araújo et al., 2012).

Como nuevos alimentos para el consumo in natura

Según Souza y Meletti (1997), cerca de 70 especies de maracuyá producen frutos comestibles. Con el avance de las investigaciones, nuevas especies han sido descritas y se han registrado nuevas ocurrencias. Oliveira y Ruggiero (2005) relatan el gran potencial agronómico de las especies *P. setacea*, *P. nitida* y *P. cincinnata* como nuevas opciones comerciales de alimentos para consumo en fresco. En 2013, Embrapa Cerrados y colaboradores lanzaron a cultivar de maracuyá silvestre, *P. setacea* BRS Pérola do Cerrado, que presenta pulpa con propiedades funcionales ligadas al contenido de antioxidantes y sales minerales, pudiendo ser utilizada para consumo en fresco y para fines agroindustriales (jugos, helados, mermeladas, platos salados y dulces, etc.) (Embrapa, 2013a).

En términos nutricionales, los maracuyás comerciales presentan excelentes calidades nutritivas, siendo ricos en minerales y vitaminas, principalmente A y C, alcaloides, flavonoides y carotenoides, sustancias que, en general, actúan en la prevención de enfermedades (Suntornsuk et al., 2002, Dhawan et al., 2004, Costa y Tupinambá, 2005, Madalena et al 2013, Costa 2017). Según Madalena (2013), el fruto fresco y el jugo de la pulpa del maracuyá *P. edulis* son consumidos tradicionalmente por el efecto tranquilizante, aunque existe potencial del maracuyá como alimento funcional para otras finalidades. A pesar de la gran potencialidad del maracuyá como alimento funcional, todavía son pocos los estudios existentes, incluso considerando sólo las especies cultivadas. Considerando la gran variabilidad genética del género *Passiflora*, se cree que recursos genéticos valiosos pueden ser caracterizados en base a su funcionalidad y ser alternativas muy interesantes, principalmente pensando en el mercado de consumo en fresco.

Como plantas funcionales y medicinales

Con respecto a las propiedades medicinales, el uso del maracuyá forma parte de la cultura de pueblos americanos, europeos y asiáticos. Las especies comerciales y silvestres integran un repertorio etnofarmacológico que recomienda hojas, flores, raíces y frutos para combatir las más diferentes enfermedades, del control de verminosis al tratamiento de tumores gástricos (Costa y Tupinambá, 2005). Sin embargo, la fama de las pasifloras viene de la acción benéfica sobre el sistema nervioso, siendo indicado, principalmente, en el combate a la ansiedad, la depresión y el insomnio (Matos, 2002; Dhawan et al., 2004).

Costa (2017) ha realizado una extensa revisión sobre la etnofarmacología de las pasifloras, donde fue relatado los diferentes usos medicinales (efectos sedantes, diuréticos, analgésicos, antiinflamatorios, antihelmíntico, tratamiento de hipertensión, cólicos e insomnio, entre otros) bioactivos ya identificados en las diferentes especies. Llama la atención la riqueza de los fitoconstituyentes en las hojas y frutos de las pasifloras, donde fueran identificados alcaloides indólicos, flavonoides, esteroles, lignanos, cianoglucósidos, entre otros, habiendo diferencias cuantitativas de especie para especie (Costa, 2017). Según Costa (2017), a pesar de las propiedades medicinales de las pasifloras ser conocidas mundialmente, todavía es pequeña la información científica sobre el asunto. Poco se sabe, aún, acerca de la composición *química, principios activos y efectos sobre la salud humana de la mayoría de las especies. Los pocos estudios realizados hasta el momento se concentran básicamente en las especies cultivadas, *P. edulis* e *P. alata* y *P. incarnata* muy utilizada en la composición de fitoterápicos. Estudios recientes han implicado los estudios de las propiedades funcional-medicinales de otras especies, como *P. setacea* y *P. tenuifila* (Costa, 2017).

Cómo las plantas ornamentales

Como planta ornamental, Peixoto (2005) relata el inmenso potencial del género *Passiflora* basado en la exuberancia y belleza de las flores y la asociación simbólica entre las características de las flores con la Pasión de Cristo. Esta simbología es explicada por Frei Vicente (Hoehne, 1937)

refiriéndose, inicialmente, a los tres estilos / estigmas que representan a la Santísima Trinidad o los tres clavos utilizados en la crucifixión de Jesucristo. Frei Vicente también hace referencia a los cinco filamentos / estambres representando las cinco llagas y la corona / verticilos (fimbrias) representando la corona de espinas de Jesucristo. La hoja trilobada de algunas especies del género *Passiflora* también es referenciada como las lanzas de los soldados que condujeron a Jesús al calvario.

Considerando la gran variabilidad genética de las especies, principalmente las de la biodiversidad brasileña, existe un potencial muy grande para el cultivo ornamental, ya sea como soluciones paisajísticas para áreas grandes y medianas, sea como plantas de materas que se utilizan en balcones o dentro de la casa.

Con base en el potencial ornamental de las pasifloras y en la utilización de sus hojas para alimentación de diferentes tipos de orugas, recientemente, el maracuyá ácido viene siendo utilizado en pérgolas para la construcción de mariposas en zoológicos. Campos (2005) relata tal utilización resaltando la importancia de esos proyectos y las demandas para la investigación en la caracterización de especies más apropiadas.

Consideraciones Finales

El género *Passiflora* posee una variabilidad genética gigante y valiosa que puede ser utilizada de forma práctica para diferentes propósitos. Para tal uso, actividades de investigación y desarrollo relacionadas con la caracterización y uso de los recursos genéticos son estratégicas.

Referências

ARAUJO, C. A. T.; FALEIRO, F. G.; SEMPREBOM, M. S.; KRAUSE, W. Sobrevida de plantas enxertadas de maracujazeiro em área com histórico de doenças causadas por *Fusarium* spp. no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. 4 p.

BELLON, G.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, K.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SANTOS, E.C.; BRAGA, M.F.; GUIMARÃES, C.T. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p. 124-127, 2007.

BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; PASSOS, I.R.S. **Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade**. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 559-586.

BRAGA, M.F.; SANTOS, E.C.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SOUSA, A.A.T.C.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, K.P.; REZENDE, L.N. **Estaquia em espécies silvestres do gênero Passiflora**. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F.; Pinto, A.C.Q.; Sousa, E.S. (Eds.) IV Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro – Trabalhos apresentados. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 91-95.

CAMPOS, F. **Utilização de Passifloraceae na criação de borboletas**. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 467-472.

COSTA, A.M. Propriedade das passifloras como medicamento e alimento funcional. In JUNGHANS, T.G.; JESUS O.N. Maracujá do cultivo à comercialização. Embrapa; cap.13, pp. 299-318, 2017.

COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; KARIA, C.T.; SHIRATSUCHI, L.S.; ANDRADE, R.P.; LOPES, G.K.B. Variabilidade genética e ecológica de *Stylosanthes macrocephala* determinadas por RAPD e SIG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.9, p. 899-909, 2005.

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. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.

CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V.; JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A.A. (Ed.). **Maracujá Produção: Aspectos Técnicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104 p. (Frutas do Brasil; 15).

DHAWAN K.; DHARMAN S.; SHARMA, A. *Passiflora* a review aptdate. *Journal of Ethno-pharmacology*, 94: 1-12, 2004.

EMBRAPA CERRADOS. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>>. Acesso em: 14 out. 2013a.

EMBRAPA CERRADOS. **Maracujá: pesquisa e desenvolvimento.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/maracuja/inicio/>>. Acesso em: 14 out. 2013b.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – desafios da pesquisa** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005b. p. 187-210.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006b. 54p. il.

FALEIRO, F.G. **Marcadores genético-moleculares aplicados aos programas de conservação e uso de recursos genéticos.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102 p. il.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species.** In: MARIANTE, A.S.; SAMPAIO, M.J.A.; INGLIS, M.C.V. The state of Brazil's plant genetic resources. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture. Embrapa Technological Information: Brasília-DF. 2009. p. 101-106.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M.A.; FAVERO, A.P.; FERREIRA, M.A.J.F.; FALEIRO, F.G.; FOLLE, S.M.; GUIMARÃES, E.P. (Eds.) **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiências de sucesso.** Embrapa Informação Tecnológica: Brasília-DF, 2011. p. 550-570.

FALEIRO, F.G. **Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal.** In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 55-118.

FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, E.J.; ANDRADE, S.R.M.; COSTA, A.M.; JUNQUEIRA, N.T.V. Biotecnologia na cultura do maracujazeiro. In: CANÇADO, G.M.A.; LONDE, L.N. (Eds.) **Biotecnologia aplicada à agropecuária.** EPAMIG Sul de Minas: Caldas, 2012. p. 401-440.

FERREIRA, F.R.; VALLINI, P.C.; RUGGIERO, C.; LAM-SANCHES, A.; OLIVEIRA, J.C. de. Correlações fenotípicas entre diversas características do fruto do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 3, 1975, Rio de Janeiro-RJ. **Anais...** Campinas: SBF, 1976. p.481-489.

FISHER, I.H. **Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da “morte prematura” do maracujazeiro, causada por *Nectria hematococca* e *Phytophthora* parasítica.** 2003. 48 f. Dissertação (Mestrado).

Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Piracicaba, 2003.

GUARINO, L.; JARVIS, A.; HIJMANS, R. J.; MAXTED, N. **Geographic information systems (GIS) and the conservation and use of plant genetic resource.** In: Egels, J. M.M.; Ramatha R.A.O.; Brown, A. H. D. ; Jackson, M. T.; (Eds.) Managing plant genetic diversity. Wallingford, U. K.: CABI Publishing, 2002. p. 387-404.

HAWTIN, G.; IWANAGA, M.; HODGKIN, T. Genetic resource in breeding for adaptation. **Euphytica**, v.92, p. 255-266, 1996.

HOEHNE, F.C. **Botânica e agricultura no Brasil (Século XVI).** São Paulo: Companhia Editora Nacional, Brasiliiana v.71, 5ª Série, 1937. 410 p.

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, R.C.; GOMES, A.C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p. 1005-1010, 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.

JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. **Uso de espécies silvestres de Passiflora no pré-melhoramento do maracujazeiro.** In: Lopes, M.A.; Fávero, A.P.; Ferreira, M.A.J.F.; Faleiro, F.G. (Eds.) Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas. Brasília: Embrapa, 2006a. p. 133-137.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D. A. C.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, T. A.; ANDRADE, S. R. M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estquia e enxertia em estacas de passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, 2006b.

LEÃO, R.M.K. **Reação de genótipos de maracujá azedo ao vírus do endurecimento do fruto ("Passionfruit woodiness vírus" – PWV) e à bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*.** 2001. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

MALDONADO, J.F.M. Utilização de porta-enxertos do gênero *Passiflora* para maracujazeiro amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz da Almas, v.13, n.2, p.51-54, 1991.

MATOS, F. J. A. **Farmácia Vivas.** 4. ed., Fortaleza: Editora UFC, 2002. 267p.

MELETTI, L.M.M; BRUCKNER, C.H. **Melhoramento genético.** In: Bruckner, C.H.; Picanço, M.C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Cinco continentes: Porto Alegre, 2001. p. 345-385.

MELETTI, L.M.M.; BERNACI, L.C.; SOARES-SCOTT, M.D.; AZEVEDO FILHO, J.A.; MARTINS, A.L.M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 275-278. 2003.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; BANZATO, D.A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à "morte prematura de plantas". **Científica**, v. 22, p. 95-104. 1994.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: RUGGIERO, C. (Ed.) **Maracujá: do plantio à colheita.** Jaboticabal: FUNEP. Anais do 5º Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, 1998. p. 291-310.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. **Espécies de maracujá com potencial agronômico.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-158.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NAKAMURA, K.; BAPTISTA, M. Comportamento de *Passiflora edulis* enxertado sobre *P.*

giberti N.E. Brown. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1983, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: SBF, EMPASC, 1984. v.3, p.989-993.

OLIVEIRA, J.C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A.O.; CENTURION, M.A.P.C. **Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro.** In: SÃO JOSE, A.R. (Ed.) Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 1994. p.27-37.

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.

PEREIRA, M.G; PEREIRA, T.N.S.; PIO VIANA, A. **Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujazeiro.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005b. p. 277-292.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Diversidade entre genótipos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de passifloras determinada por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 489-493. 2003.

PLOTZE, R.O.; FALVO, M.; PÁDUA, J.G.; BERNACCI, L.C.; VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, G.C.X.; BRUNO, O. M. Leaf shape analysis using the multiscale Minkowski fractal dimension, a new morphometric method: a study with *Passiflora* (Passifloraceae). **Canadian Journal of Botany**, v.83, p.287-301, 2005.

PURSS, G.S. Studies of the resistance of species of *Passiflora* to *Fusarium* wilt (*F. oxysporum* f. *passiflorae*). **Queensland Journal of Agricultural Science**, Brisbane, v.15, p. 95-99, 1954.

SEIXAS, L.F.Z.; OLIVEIRA, J.C. de; TIHOHOD, D.; RUGGIERO, C. Comportamento de *Passiflora macrocarpa* como porta-enxerto para *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., cultivado em local com histórico de morte prematura de plantas e nematóides do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987, Campinas-SP. **Anais...** Campinas-SP: SBF, 1988. v.2, p.597-601.

SEMPREBOM, M. S.; FALEIRO, F. G.; ARAUJO, C. A. T.; PRADO, L. L. do.; HADDAD, F.; JUNQUEIRA, N. T. V. Tecnologia de mudas enxertadas de maracujazeiro azedo para controle de doenças causadas por *Fusarium* spp. no Mato Grosso - a experiência da Coopernova. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. 4p.

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

STEINER, J. J.; GREENE, S. L. Proposed ecological descriptors and their utility for plant germplasm collections. **Crop Science**, v.36, p. 439-451, 1996.

SUNTOURNSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.28, p.849–855, 2002.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers.** Massachusetts: MIT Press, 1996. 224p.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, E.J.; MATTIA, F.P.; PÁDUA, J.G.; MONTEIRO, M. **Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 411-453.

YAMASHIRO, T.; LANDGRAFF, J.H. Maracujá-acú (*Passiflora alata*, Ait) porta-enxerto resistente à fusariose do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1975, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. v.3, p. 918-921.

CAPÍTULO 4

Registro y Protección de Cultivares de Pasiflora



Registro y Protección de Cultivares de Pasiflora

Fábio Gelape Faleiro¹, Fabrício Santana Santos², Keize Pereira Junqueira³

Introducción

Para la obtención de altas productividades en frutales de maracuyá, es necesario la utilización de tecnologías en el sistema de producción, involucrando adecuadas prácticas de manejo (podas, riego-fertilrigación, fertilizantes de plantación y de cobertura, control integrado de plagas y enfermedades, polinización manual, entre otras) y el uso de cultivares genéticamente mejorados. El mejoramiento genético de las pasifloras (considerando las diferentes especies comerciales) es relativamente reciente en Brasil y en el mundo (Meletti et al., 2005; Meletti, 2011), considerando que el lanzamiento de las primeras cultivares ocurrió apenas a principios de la década de 1990, con la consolidación de equipos multidisciplinares de investigación, en diferentes centros de investigación en Brasil. El desarrollo de cultivares (variedades e híbridos) a través de programas de mejoramiento genético es considerado estratégico para que el cultivo del maracuyá consiga atender las demandas del sector productivo, industrial y de los consumidores (Faleiro et al., 2006; Faleiro et al., 2013).

Para que los cultivares desarrolladas por los programas de mejoramiento genético lleguen a los productores y beneficien toda cadena productiva, las acciones relacionadas con la post-mejora son esenciales (Faleiro et al., 2008a). Estas acciones de post-mejora involucra actividades de validación y transferencia de tecnología y un sistema organizado de producción, venta y distribución de semillas y plántulas de calidad (Faleiro et al., 2008a; Faleiro et al., 2008b). La base para ese proceso es el registro de las cultivares en el RNC-MAPA (Registro Nacional de Cultivares - Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento) (MAPA, 2018a). Este registro es necesario para que los viveros acreditados puedan adquirir las semillas y comercializar las plántulas resultantes. Además del aspecto legal, el registro es una garantía para los productores del mantenimiento de la calidad genética de los materiales registrados.

Además del registro en el RNC, los cultivares pueden ser protegidos en el Servicio Nacional de Protección de Cultivares (SNPC) también vinculado al MAPA. Existe una lista de procedimientos necesarios para la protección de cultivares de la especie *Passiflora edulis* Sims, así como otras especies e híbridos interespecíficos del género Passiflora (MAPA, 2018b). La protección de cultivares amplía la garantía al productor de que el cultivar plantada posee el potencial genético anunciado por la institución u obtentor del material, con procedencia efectiva de origen, así como cohíbe la diseminación de semillas producidas sin origen genética comprobada y sin control de calidad.

¹ Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil; Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, Mapa; ³Secretaria de Inovação e Negócios da Embrapa, Brasília, DF

En este capítulo, se presentan informaciones sobre la importancia, requisitos y los procedimientos básicos para el proceso de registro y protección de cultivares de pasifloras en Brasil. Se presentan también las diferencias entre registro y protección y la situación actual de los cultivares registrados y protegidos de pasifloras en Brasil y en el mundo.

Importancia del Registro y Protección de Cultivares

En general, podemos decir que el proceso de registro y protección de cultivares es importante para los productores rurales, los productores de semillas y mudas, el poseedor / obtentor del cultivar, así como el gobierno y la sociedad como un todo.

Para los productores rurales, el uso de cultivares registrados y protegidos es una garantía del origen genético de la semilla o plántula, que invariablemente está relacionada con la calidad y el desempeño agronómico (productividad, resistencia a estrés bióticos y abióticos). Para el productor de maracuyá, esta garantía del origen genético es particularmente importante considerando los altos costos de producción, involucrando la implantación del huerto y adopción de las adecuadas prácticas de manejo del cultivo. Estos altos costos de producción sólo serán revertidos en beneficio y sostenibilidad económica si las plantas del huerto provienen de semillas y plántulas de alta calidad genética y fitosanitaria. La disponibilidad de cultivares de diferentes especies de maracuyá debidamente registradas y protegidas es también importante como alternativa para la diversificación de los huertos y de las fuentes de renta del productor rural.

Para los productores de semillas y plántulas, el uso de cultivares registrados y protegidos es una oportunidad y una estrategia esencial para su negocio, ya que podrán producir las semillas y o plántulas con garantía de origen, teniendo mayor seguridad en la producción y con el producto relación con los clientes. Lógicamente la producción de material propagativo de cultivares registrados y protegidos es también una estrategia de marketing y de promoción de la producción.

Para el poseedor / obtentor, el registro y protección de cultivares son importantes para la promoción de la imagen institucional, debido a la formación de alianzas científicas y tecnológicas, además de ser una oportunidad de obtención de retornos de inversiones para las acciones de investigación y desarrollo por medio del cobro de *royalties*, en el caso de los cultivares protegidos. En esta línea, el registro y protección de cultivares es también importante para el gobierno, considerando que ese proceso lleva a una organización de la cadena productiva, atrayendo inversiones de la iniciativa privada de los sectores de producción, comercialización y procesamiento (diferentes eslabones de la cadena productiva) también de instituciones ligadas al desarrollo de nuevas cultivares, garantizando de esa forma mayor competitividad del agronegocio.

Marco regulatorio del registro de cultivares en Brasil

El Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) estableció mecanismos, mediante legislación específica, para la organización y funcionamiento de un servicio de Registro

Nacional de Cultivares, que permite la acción conjunta de su propia estructura y de otras instituciones del poder público y de la iniciativa privada en la ejecución de la política nacional para el sector agrícola brasileño (Aviani et al., 2008).

El Registro Nacional de Cultivares (RNC) es el registro de cultivares habilitados para la producción, el beneficio y la comercialización de semillas y plántulas en el país. El RNC y toda legislación involucrando la producción de semillas y plántulas en Brasil fueron instituidos por la Portaria nº 527, de 30 de diciembre de 1997 y actualmente se rigen por la Ley Nº 10.711, de 5 de agosto de 2003.

En los términos de esta Ley Nº 10.711 se instituyó el Sistema Nacional de Semillas y Mudas (plántulas) (SNSM) con el objetivo de garantizar la identidad y la calidad del material de multiplicación y de reproducción vegetal producido, comercializado y utilizado en todo el territorio nacional. El SNSM es responsable de las actividades de Registro Nacional de Semillas y Mudas (RENASEM); Registro Nacional de Cultivares (RNC); producción, certificación, análisis y comercialización de semillas y plántulas; la vigilancia de la producción, el beneficiamiento, el muestreo, el análisis, la certificación, el almacenamiento, el transporte, la comercialización y el uso de semillas y plantones. De esta forma, todo proceso envolviendo la producción, el beneficiamiento y la comercialización de semillas y de mudas quedan condicionados a la previa inscripción de la respectiva cultivar en el cultivo RNC. Todos los cultivares registrados y sus mantenedores quedan disponibles en el Catastro Nacional de Cultivares Registrados (CNCR) que pueden ser consultados en la home-page del RNC-MAPA (MAPA, 2018c).

Marco regulatorio de la protección de cultivares en Brasil y en el Mundo

La reglamentación relacionada a la propiedad intelectual sobre nuevos cultivares de plantas comenzó a ser discutida en Brasil en 1945 con la edición del Código de Propiedad Industrial, sin embargo fue solamente en 1997 que la Ley nº 9.456, reglamentó la protección de cultivares en Brasil. La protección de cultivar se efectúa mediante la concesión de un certificado considerado un bien móvil y la única forma de derecho que puede impedir la libre reproducción y multiplicación vegetativa de plantas o sus partes en el País (Aviani et al., 2008).

La Ley Nº 9.456, de 1997 garantiza el libre uso de un cultivar protegida, en los siguientes casos: a) cuando permite que el agricultor reserve material de su plantación para uso propio, sin que tenga que pagar royalties (regalías) al titular de la protección; b) cuando permita que el pequeño productor rural produzca semillas y las negocie por medio de donación o cambio con otros pequeños productores; c) cuando garantiza al mejorador el libre uso del cultivar protegido para fines de mejora, es decir, cualquier empresa o individuo que trabaje con mejoramiento de plantas puede hacer uso del material protegido para desarrollar investigación científica o para utilizarlo en sus trabajos de mejora vegetal, sin que, con ello, tenga necesidad de pedir autorización al titular de la protección (Aviani et al., 2008).

La Ley N° 9.456 instituyó el Servicio Nacional de Protección de Cultivares (SNPC) que es el órgano, vinculado al Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento, competente para la aplicación de la ley y lógicamente para acatar las solicitudes de protección de cultivares. El SNPC tiene como misión garantizar el libre ejercicio del derecho de propiedad intelectual de los obtentores de nuevas combinaciones genéticas, en la forma de cultivares vegetales distintos, homogéneos y estables, velando por el interés nacional en el campo de la protección de cultivares. Todas las cultivares protegidas y sus obtentores están disponibles para consulta en el portal electrónico del SNPC-MAPA (MAPA, 2018d).

Desde el punto de vista internacional, un marco importante en el proceso de protección de cultivares fue la realización de la Convención Internacional para la Protección de Cultivares en Francia, que resultó en la creación de la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV). Se trata de un acuerdo multilateral que establece normas comunes para el reconocimiento y la protección de la propiedad intelectual de los obtentores de nuevas variedades vegetales (UPOV, 1978). Este marco regulatorio debe ser seguido por los países signatarios al establecer los certificados de protección de cultivares, siguiendo sus legislaciones locales.

Este acuerdo inicial de 1961 ha sido revisado a lo largo del tiempo, de modo que existen actualmente las Actas de la UPOV de 1978 (UPOV, 1978) y de 1991 (UPOV, 1991), además del acuerdo Trips (TRIPS, 2015) que estipuló algunas directrices, buscando una armonización del nivel de protección en todos los países signatarios y garantizando la protección mediante procedimientos judiciales predeterminados que sean ágiles y efectivos (Pimentel e Del Nero, 2002). El referido Acuerdo, en sus exigencias, no entra en conflicto con las disposiciones previstas en las Actas de la UPOV de 1978 y 1991. Aviani et al. (2008) hacen una síntesis de las principales características de las disposiciones normativas internacionales definidas en las Actas de la UPOV de 1978, 1991 y del Acuerdo Trips.

Procedimientos para el registro de cultivares en Brasil

La inscripción de cultivares en el RNC puede ser requerida por cualquier persona natural o jurídica que obtenga o introduzca una nuevo cultivar, que tenga los derechos de protección previstos en la Ley n° 9.456, de 25 de abril de 1997, o que esté legalmente autorizada por el obtentor. Sin embargo, para fines de inscripción en el RNC, el cultivar debe ser previamente sometido a ensayos para determinación del Valor de Cultivo y Uso (VCU). Se entiende por VCU el valor intrínseco de combinación de las características agronómicas del cultivar con sus propiedades de uso en actividades agrícolas, industriales, comerciales y de consumo en fresco (Aviani et al., 2008).

En el caso de los frutales, como el maracuyá, unidades demostrativas o de validación tecnológica pueden ser utilizadas para sustituir los ensayos de VCU, siempre que tales unidades contemplen la planificación y el diseño estadístico que permitan la observación, la medición y el análisis de los diferentes caracteres agronómicos, así como la evaluación del comportamiento y

la calidad. Los resultados de los ensayos de VCU son de exclusiva responsabilidad del solicitante de la inscripción, pudiendo ser obtenidos directamente por cualquier persona natural o jurídica, de derecho público o privado, de comprobada capacidad y calificación. Después de la realización de los ensayos de VCU, el requerimiento de inscripción de la nueva cultivar en el RNC debe ser presentado en forma propia, específico de la especie, acompañado, obligatoriamente, de informe técnico con los resultados de ensayos de VCU, de los descriptores mínimos de la cultivar y de la declaración de la existencia de stock mínimo de material genético básico.

Actualmente, se requieren ensayos de VCU para 29 especies vegetales. La inscripción de cultivares de las demás especies vegetales, cuyos criterios mínimos para la evaluación de VCU no estén todavía establecidos, puede ser requerida mediante el diligenciamiento del formulario específico y presentación de los siguientes datos: denominación del cultivar, los responsables técnicos, la institución creadora o detentora, el origen del cultivo (genealogía, método de mejoramiento y lugares de evaluación), principales características morfológicas, biológicas y fisiológicas que hagan posible la identificación del cultivo; informe técnico, indicando los datos de productividad, el comportamiento o la reacción a las plagas y enfermedades, la región de adaptación; y otros datos que justifiquen su importancia para el mercado nacional e internacional (MAPA, 2018a).

En el caso de especies de plantas nativas de Brasil, como es el caso de las especies del género *Passiflora*, antes de la puesta a disposición del mercado, es necesario un conjunto de autorizaciones para atender la legislación sobre acceso a recursos genéticos, es decir, Lei nº 13.123/15..

Procedimientos para la protección de cultivares en Brasil

Para un cultivar ser protegido, algunos requisitos son necesarios: 1. ser producto de mejoramiento genético; 2. ser de una especie susceptible de protección en Brasil; 3. no haber sido comercializada en el extranjero desde hace más de cuatro años, o desde hace más de seis años, en el caso de las vides o los árboles; 4. no haber sido comercializada en Brasil desde hace más de un año; 5. ser distinta; 6. ser homogénea o uniforme y 7. ser estable (Aviani et al., 2008).

Una cultivar para ser producto de mejoramiento genético debe haber sido sometida a algún ciclo de selección y recombinación que son establecidos por medio de los diferentes métodos de mejoramiento genético de plantas, siendo ejemplos la selección masal, selección recurrente, selección de plantas con prueba de progenies, retrocruzamientos, obtención de híbridos intra e interespecíficos, entre otros (Borém, 1997).

Para ser susceptible de protección en Brasil, es necesario el establecimiento de un conjunto de descriptores que permitan la distinción del cultivar a ser protegida de las demás cultivares disponibles en el mercado. Aproximadamente 150 especies de plantas agrícolas, forestales, forrajerías, frutales, ornamentales y olerícolas son pasibles de protección en Brasil. Es posible solicitar al SNPC-MAPA la elaboración de descriptores para especies que aún no son susceptibles de protec-

ción. En este caso, se establece un grupo de trabajo involucrando taxonomistas, mejoradores y especialistas en la especie en cuestión para la elaboración y validación de los descriptores a ser utilizados en el proceso de protección.

En cuanto a la diferenciación, un cultivar distinto es aquel que, independientemente de la variación inicial (artificial o natural) que la originó, es claramente distingible, por una o más características, de cualquier otra cultivar, cuya existencia sea de conocimiento común en el momento de la solicitud de protección. Las características utilizadas en la diferenciación de los cultívares deben ser consistentes (ser la misma en diferentes ciclos del cultivo) y claras (fácil visualización), pudiendo ser cualitativas, cuantitativas y pseudo-cualitativas, las cuales son categorizadas (transformadas en códigos). Tales características pueden tener relevancia comercial (color de la flor - ornamental) o no (formato de la hoja).

En cuanto a la homogeneidad o uniformidad, se considera que el cultivar homogéneo o uniforme es aquel suficientemente homogéneo, teniendo en cuenta las características particulares de su reproducción sexual o propagación vegetativa. Todas las plantas de esta variedad deben tener características similares. La presencia de plantas atípicas (causas genéticas o ambientales) es permitida hasta cierto nivel y la ocurrencia de características segregantes son permitidas cuando estas ocurren en la misma proporción en diferentes plantíos comerciales de la cultivar. En el caso del maracuyá, las características de alogamia, autoincompatibilidad y variaciones biométricas en la misma planta son factores que limitan una homogeneidad completa. Normalmente la variabilidad genética entre plantas de un cultivo de maracuyá es importante para evitar problemas de autoincompatibilidad, lo que puede llevar a menores tasas de fertilización de flores, a un menor llenado y calidad de los frutos.

La estabilidad de un cultivar ocurre cuando sus características esenciales se mantienen después de reproducciones o propagaciones sucesivas a partir de las semillas o material propagativo original y certificado de dicha cultivar. Durante el período de protección que no debe ser inferior a 18 años para árboles y vides y 15 años para otras especies de acuerdo con la legislación brasileña, el cultivar no puede perder su estabilidad, o sea, las características relevantes deben ser mantenidas sin cambios. Cuando la estabilidad se pierde, los derechos a la protección son cancelados. En el caso del maracuyá, principalmente considerando cultívares cuyas semillas son obtenidas por policruzamientos no controlados (variedades), esta pérdida de la estabilidad puede ocurrir debido a alteraciones en las frecuencias génicas de las plantas matrices ocasionadas por eventuales pérdidas de variabilidad genética o por ocurrencia de procesos sucesivos de endogamia.

Los requisitos de la diferenciación, la homogeneidad y la estabilidad se comprueban mediante experimentos específicos llamados pruebas de distingüedad, homogeneidad y estabilidad (DHE), o *Distinctness, Uniformity and Stability Tests* (DUS). En Brasil, los mejoradores son encargados de la ejecución de las pruebas, pero, en el exterior, las pruebas son realizadas por autoridades gubernamentales, que envían los resultados mediante la solicitud y el pago de una tasa por el interesado.

Las pruebas de DHE son ensayos de campo en los que se obtienen los descriptores del cultivar objeto de la protección. En el caso de las pasifloras, en Brasil existe una lista de 28 descriptores para el maracuyá ácido (*Passiflora edulis* Sims) (MAPA, 2018e) y una lista de 35 descriptores para otras especies e híbridos interespecíficos del género *Passiflora* (MAPA, 2018f). Por medio de estos descriptores, el cultivar a ser protegido es caracterizado y comparado con otros cultivares cuya existencia sea de conocimiento común. Lo importante es que el obtentor ofrezca a la sociedad un nuevo cultivar, preferentemente que tenga alguna ventaja competitiva con respecto a las ya existentes. Tal ventaja competitiva puede ser una mayor productividad, resistencia a una determinada enfermedad, mayor precocidad, mayor longevidad, mejores características físicas y químicas de frutos, entre otras. La cuestión de la homogeneidad también se evalúa en las pruebas de DHE. Lógicamente, la cuestión de la homogeneidad y estabilidad es esencialmente importante cuando consideramos las características que confieren mayor competitividad al nuevo cultivar, es decir, todas las plantas obtenidas por semillas o por propagación vegetativa del nuevo cultivar deben presentar las mismas características definidas para cultivar a lo largo de los ciclos de multiplicación de estas plantas.

Las pruebas de DHE siguen metodología propia para cada especie y exigen del examinador un conocimiento profundo de la especie, su comportamiento, grupos y variedades existentes de la misma, siendo indispensable, en algunos casos, la utilización de cultivares de referencia para la caracterización del nuevo cultivar.

En el caso de los cultivares protegidos en otros países o con protección en curso, con prueba de DHE realizada por instituciones extranjeras, reconocidas ante la autoridad nacional competente, se protegen mediante el suministro de los resultados de las pruebas realizadas por dichas instituciones. Los informes son solicitados por el Servicio Nacional de Protección de Cultivares (SNPC) directamente a la institución extranjera. El servicio es cobrado por las instituciones extranjeras, que envían facturas, referentes a la emisión de los informes y remisión al SNPC, directamente al obtentor o responsable indicado por él (Aviani et al., 2008).

Con los resultados de las pruebas de DHE y relleno de la tabla de descriptores de la nueva cultivar, la solicitud de protección se realiza por medio de un formulario de solicitud de protección donde se informa al solicitante, al representante legal, a la denominación del cultivar, a los mejoradores involucrados, la fecha de la primera comercialización en Brasil, la fecha de la primera comercialización en el exterior, la declaración de muestra viva y la declaración juramentada. Además de este formulario, se envía también el informe técnico descriptivo con informaciones sobre el origen genético del cultivar, el método de obtención e histórico del trabajo de mejoramiento genético, las informaciones de las pruebas de DHE y las características competitivas del nuevo cultivar. Los formularios de solicitud de protección y del informe técnico descriptivo se pueden obtener en el portal electrónico del MAPA (MAPA, 2018b).

Diferencias generales entre el registro y la protección de cultívares

La principal diferencia entre el registro y la protección de una cultivar se refiere a la finalidad del proceso. Mientras que el registro es una habilitación para que el nuevo cultivar sea producida y comercializada en Brasil, la protección se refiere a la propiedad intelectual y puede o no estar relacionada con la recaudación de royalties (regalías). En el ámbito del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA), la responsabilidad sobre la gestión de los aspectos técnicos y administrativos de la protección es del Servicio Nacional de Protección de Cultivares (SNPC), mientras que las cuestiones relativas al registro de cultivares son competencia del Registro Nacional de Cultivares (RNC).

El registro y la protección son procedimientos independientes, es decir, un nuevo material puede ser registrado y no ser protegido y viceversa. Es importante resaltar, sin embargo, que en los casos en que sólo hay protección, la comercialización sólo podrá ocurrir después del registro de la cultivar, desde que autorizado por el titular de la protección. Como el registro es un prerequisito para la producción de semillas y plántulas, sin él no es posible informar o inscribir campos de producción de semillas, planta básica y viveros. La otra diferencia entre los procesos es que, mientras el derecho de los obtentores (protección) es resguardado por la Ley de Protección de Cultivares Ley nº 9456/1997, Decreto nº 2.366 / 1997 y Decreto nº 3.109 / 1999, el registro tiene como base legal la Legislación de Semillas y Plántulas (Ley nº 10.711 / 2003 y Decreto nº 5.153 / 2004), que por medio de Instrucciones Normativas (INs) también establece las normas para producción, comercialización y utilización de semillas y plántulas. En este contexto, es pertinente subrayar que, en el caso del maracuyá, en que la propagación puede ser por estaca o por medio de semillas, la producción, comercialización y utilización de material propagativo es normalizada por la IN 09, de 2 de junio de 2005 (semillas) o IN 24, de 16 de diciembre de 2005 (plántulas). En casos de producción de semillas de maracuyá que involucran hibridaciones de genitores cuya propagación es vegetativa, ambas INs son seguidas.

Para requerir la protección o el registro de un cultivo, es necesario el llenado de formularios disponibles en la página web del MAPA y el pago de una tasa de solicitud, siendo que el mantenimiento de la protección requiere pago de la anualidad. En cada proceso, los requisitos técnicos son diferentes. Como se mencionó anteriormente, la protección de una nuevo cultivar depende de la realización de pruebas de DHE (distinguibilidad, homogeneidad y estabilidad), cuyo formulario específico debe ser llenado de acuerdo con los descriptores ya publicados para la especie a la que pertenezca el cultivar candidato a la protección. En el caso del registro, es necesario presentar un formulario propio conteniendo los resultados de los ensayos de VCU (Valor de Cultivo y Uso), los cuales deben obedecer a los criterios establecidos por el MAPA. Para las especies en las que los criterios mínimos para la evaluación de VCU aún no están establecidos, el registro puede ser requerido por medio de un formulario especial en el que se presentan algunas características del cultivo, incluyendo datos de ensayos agronómicos, tales como productividad y regiones de adaptación. En el caso del maracuyá, hay descriptores mínimos publicados, permitiendo la reali-

zación de los ensayos de DHE, sin embargo, los criterios mínimos para la evaluación de VCU aún no se establecieron.

Según Aviani (2011), aunque el RNC y SNPC desarrollan trabajos con finalidades distintas, en razón de lidiar con el mismo objeto, los dos sectores poseen una relación estrecha desde el punto de vista técnico y trabajan en el sentido de unificar informaciones, eliminando el riesgo de datos conflictivos sobre el misma cultivar.

Situación actual de los cultivares de maracuyá registrados y protegidos en Brasil y en el mundo

En el marco de la UPOV existen 41 cultivares de maracuyás de diversas especies protegidas en el mundo. Brasil posee 14 cultivares protegidos de maracuyá siendo el país con mayor número, seguido por la Comunidad Europea con 11, especialmente con cultivares de interés ornamental (Figura 1).

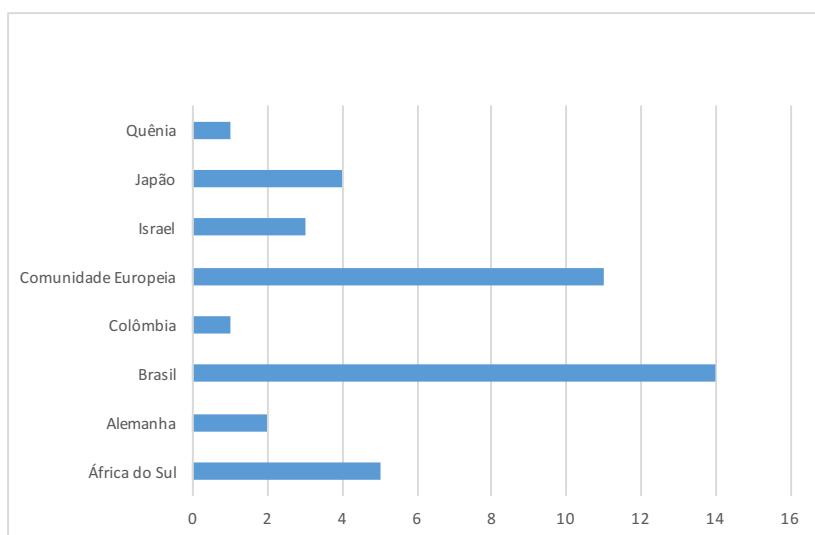


Figura 1. Número de cultivares de maracuyá (*Passiflora* spp.) protegidas en el mundo.

Fuente: SNPC-MAPA.

De acuerdo con la UPOV, el número de protecciones de cultivares concedidas en el exterior (excepto en Brasil), es 15, siendo 5 de *Passiflora edulis* Sims, 7 de otras especies y 3 híbridos interespecíficos. En Brasil, hay 8 cultivares protegidos de *Passiflora edulis*, 1 de *P. setacea*, 1 de *P. alata* además de híbridos interespecíficos de interés ornamental. Todos los cultivares protegidos en Brasil también están registrados. Existen 35 cultivares registrados en Brasil siendo 20 de *P. edulis* Sims, 8 de otras especies y 7 híbridos interespecíficos.

En Brasil, hay aproximadamente 240 cultivares de frutales protegidos, entre ellos, guayaba,

naranja, mandarina, piña, manzana, mango, plátano, aguacate, melocotón, pera, arándano, uva, fresa, kiwi, guaraná, granada y maracuyá. Los cultivares de maracuyá representan aproximadamente el 5% de los cultivares de frutales protegidos en Brasil.

Consideraciones finales

El registro y protección de cultivares de maracuyá en Brasil han sido realizados desde 2008 y en ese sentido ya existe toda la legislación y toda la orientación para la realización de esos procesos. Considerando las ventajas para el productor rural, para el productor de semillas y plántulas, para el obtentor y para la gestión pública, estos procesos de registro y protección de cultivares asumen gran importancia para el profesionalismo en el agronegocio. Los programas de mejoramiento de *Passiflora* están actuando en el sentido de disponer cultivares que atiendan a los diferentes usos (consumo en fresco, procesamiento industrial, ornamental y funcional-medicinal), utilizando para ello diferentes especies e híbridos interespecíficos. En este contexto, los procesos de Registro y Protección de Cultivares son importantes para garantizar el origen genético de los cultivares, lo que es de gran importancia para la sostenibilidad de toda la cadena productiva, principalmente para los productores rurales que utilizan tecnología en el sistema de producción.

Referências

AVIANI, D.M.; SANTOS, F.S.; CARVALHO, I.M.; MACHADO, V.L.S.; PACHECO, L.G.A. Abordagem sobre proteção e registro de cultivares. In: Faleiro, F.G.; Farias Neto, A.L.; Ribeiro Júnior, W.Q. (Eds.) **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 165-183.

AVIANI, D.M. Escopo do direito do titular. In: **Proteção de Cultivares no Brasil**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, p. 65-71, 2011.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54p.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Pesquisa e desenvolvimento do maracujá**. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, R.C.; (Eds.). Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas. Brasília: Embrapa, 2008a. p. 411-416.

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

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M. Avanços e perspectivas do melhoramento genético de *Passiflora*s no Brasil. In: Carranza, C.J.; Ocampo, D.; Miranda, D.; Parra, M.; Castillo, J.; Rodrígues, A. (Eds.) **Libro de memorias - Congreso Latinoamericano de Pasiflora**. Corporación Cepass Colombia: Neiva, Huila, Colômbia, 2013. p.12-23.

MAPA. Registro Nacional de Cultivares. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc>>. Acesso em: 24 de jan. 2018a.

MAPA. Proteção de cultivares. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/>>. Acesso em: 24 de jan. 2018b.

MAPA. Cultivares registradas. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 24 de jan. 2018c

MAPA. Cultivares protegidas. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_protegidas.php>. Acesso em: 24 de jan. 2018d

MAPA. Instruções para execução de ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujá (*Passiflora edulis* Sims.) Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/arquivos-frutiferas/maracuja_formulario_23mai2016_passiflora-edulis_p.docx>. Acesso em: 24 de jan. 2018e.

MAPA. Instruções para execução de ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujá (*Passiflora* L.) e híbridos interespecíficos, exceto *Passiflora edulis* Sims Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/arquivos-frutiferas/maracuja_formulario_23mai2016_passiflora_p.doc>. Acesso em: 24 de jan. 2018f.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, vol. especial, E. 083-091, 2011.

MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PASSOS, I.R.S. **Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro**. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

PIMENTEL, L. O.; DEL NERO, P. A. Propriedade intelectual. In: Barral, W. (Ed.) **O Brasil e a OMC**. 2. ed. Curitiba: Juruá, 2002. p. 47-50.

TRIPS: Acordo sobre aspectos dos direitos de propriedade intelectual relacionados ao comércio. Disponível em: <http://www.ipi.gov.mz/IMG/pdf/Acordo_sobre_os_aspectos_dos_direitos_da_propriedade_intelectual_relacionados_com_o_comercio.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2015.

UPOV. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. International convention for the protection of new varieties of plants, 1978, Geneva. **Act of 1978**. Disponível em: <<http://www.upov.int/en/publications/conventions/1978/content.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

UPOV. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. International convention for the protection of new varieties of plants, 1991, Geneva. **Act of 1991**. Disponível em: <<http://www.upov.int/en/publications/conventions/1991/content.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

CAPÍTULO 5

Avances y Perspectivas del Melhjoramiento Genético de Pasifloras en Brasil



Avances y Perspectivas del Mejoramiento Genético de Pasifloras en Brasil

Fábio Gelape Faleiro¹, Nilton Tadeu Vilela Junqueira¹, Onildo Nunes de Jesus², Ana Maria Costa¹

Introducción

Entre los grandes desafíos de la investigación en maracuyá, aspectos relacionados al germoplasma y al mejoramiento genético merecen un destaque especial (Faleiro et al., 2005, Faleiro et al. 2006a, Faleiro et al., 2011). La maracuyá presenta gran variabilidad genética (Ferreira, 2005, Bernacci et al., 2005), pero todavía son incipientes los trabajos de caracterización agronómica de germoplasma para subsidiar el uso de nuevos accesos en programas de mejoramiento genético, como porta-injertos, así como para diversificar los sistemas productivos con nuevos alimentos funcionales para consumo en fresco y para uso como plantas ornamentales y medicinales (Faleiro et al., 2006b; Junqueira et al. 2006a; 2006b; Faleiro et al., 2008b).

Varios autores, entre ellos Ferreira (2005), relatan la amplia variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora* spp.). Este género está compuesto por más de 500 especies, siendo que la mayoría de ellas se encuentran en América Latina, uno de los principales centros de diversidad genética. Los países de América Latina tienen destaque en la producción comercial de maracuyá, siendo que Brasil es el mayor productor y consumidor mundial, Ecuador es el mayor exportador de pulpa de maracuyá ácido y Colombia es el país que posee la cadena productiva más diversificada con la producción y exportación de frutos de diferentes especies de maracuyá.

Según Cunha et al. (2002), cerca de 70 especies producen frutos comestibles y según Vieira y Carneiro (2004), más de 50 presentan potencial comercial. Oliveira e Ruggiero (2005) también relatan el potencial agronómico de especies silvestres, considerando de extrema importancia la intensificación de los trabajos de investigación para el mayor conocimiento del germoplasma y mejoramiento de especies silvestres de maracuyá.

Las especies silvestres de maracuyá tienen un gran potencial para su uso en programas de mejoramiento genético y como patrón, además de ser alternativas para diversificar los sistemas productivos con nuevos alimentos funcionales para consumo en fresco y con nuevas opciones de plantas ornamentales y medicinales. En este contexto de utilización diversificada del maracuyá, este capítulo presenta un poco del estado del arte, resultados actuales y perspectivas de las acciones de investigación y desarrollo del maracuyá, involucrando programas de caracterización y uso de germoplasma y mejoramiento genético en Brasil.

¹Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil; ²Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil

Importancia actual y potencial del maracuyá en Brasil

En Brasil, las especies con mayor expresión comercial son la *Passiflora edulis* Sims (maracuyá amarillo o ácido y maracuyá púrpura) y la *Passiflora alata* Curtis (maracuyá o maracuyá dulce) (Souza y Melleti, 1997). El maracuyá ácido es el más conocido, cultivado y comercializado debido a la calidad de sus frutos y a su mayor rendimiento industrial. El área plantada con maracuyá ácido, en Brasil, venía manteniéndose alrededor de 35 mil hectáreas, sin embargo, en 2010, la producción fue de 920.000 t en un área de 62.200 ha (IBGE, 2012). En los últimos 4 años la producción y el área plantada se han mantenido en ese nivel, aunque la demanda por los frutos de maracuyá continúa aumentando. En el caso de las especies de pasiflora cultivadas, el maracuyá y el maracuyá dulce son responsables del 95% del área plantada en Brasil, (IBGE, 2012). En cuanto a la productividad, el promedio nacional está en torno a 14 t / ha, muy por debajo de las obtenidas por cultivares genéticamente mejorados obtenidos por los Programas de Mejoramiento Genético realizados en Brasil (Borges et al., 2005; Faleiro et al., 2010). A pesar de las bajas productividades, Brasil es el mayor productor y consumidor de maracuyá del mundo (Faleiro 2008a).

La posición de destaque de Brasil en el ranking como mayor productor mundial fue obtenida con el desarrollo del maracuyá en las décadas de 1970 hasta 2000 (Gonçalves y Souza, 2006). La llegada de la agroindustria de jugos en Brasil, a finales de la década de 1970, estimuló la expansión de la actividad a partir de la década de los 1980. La cultura del maracuyá está en franca expansión en Brasil y su importancia crece cada año. En los últimos años, hubo un aumento de la producción mayor que el aumento del área plantada. Ciertamente, ese avance en la producción se debió a la mejora tecnológica de los cultivos en casi todos los estados brasileños, resultando en el aumento de la productividad. Esta mejora tecnológica puede ser atribuida a la mejora ambiental, es decir, del sistema de producción, y a la mejora genética, o sea, desarrollo de variedades e híbridos con mayor desempeño agronómico.

En cuanto al mercado internacional, según estimaciones de la ITI Tropicals (2011), la producción mundial de maracuyá es de 805 mil toneladas y la brasileña cercana al 60% de este valor. Sin embargo, datos del IBGE (2012) mostraron que la producción brasileña llegó a 920 mil toneladas en 2009. A pesar de esa producción, el volumen de fruta fresca y jugo exportado por Brasil es pequeño en comparación con el de otras frutas. Además de Brasil, el maracuyá es ampliamente producido en Ecuador, Colombia, Perú, Sudáfrica y Australia. África del Sur y Australia producen principalmente el maracuyá púrpura (gulupa) que se consume en fresco. El Ecuador se ha destacado como mayor exportador de jugo concentrado (50 ° Brix) (ITI Tropicals, 2011).

Según Andrigueto et al. (2005), el escenario mercadológico internacional señala que cada vez más serán valorados los aspectos cualitativos y el respeto al ambiente, en la producción de cualquier producto y que los principales países importadores y las principales frutas exportadas por Brasil, incluyendo el maracuyá, la potencialidad de mercado, teniendo en cuenta principalmente el perfeccionamiento de los mercados, el cambio de hábitos alimentarios y la necesidad de alimentos seguros y con propiedades funcionales.

La variabilidad genética y la utilización diversificada de las pasifloras

Las pasifloras (*Passiflora* spp.) presenta amplia variabilidad genética con más de 500 especies y según Faleiro y Junqueira (2009) tal variabilidad asume gran importancia, considerando las diferentes formas de utilización del maracuyá (Figura 1). La especie *Passiflora edulis* Sims (maracuyá ácido o maracuyá) es la que presenta mayor importancia comercial considerando la producción mundial de más de 1 millón de toneladas al año. Otras especies como *P. alata*, *P. ligularis*, *P. tripartita*, *P. cincinnata*, *P. edulis* Sims f. *edulis*, *P. maliformis*, *P. nitida*, *P. incarnata*, *P. setacea*, *P. quadrangularis*, entre otras, también se cultivan y comercializan en menor escala (Faleiro et al., 2017a; Machado et al., 2017; Junqueira et al., 2017).



Figura 1. Diversidad genética, uso diversificado y uso múltiple de las pasifloras.

Las especies silvestres de pasiflora han presentado un gran potencial para su uso en programas de mejoramiento genético del maracuyá ácido y dulce y como porta-injertos (Junqueira et al., 2005; Machado et al., 2015), además de ser alternativas para diversificar los sistemas productivos con nuevos alimentos funcionales para consumo en fresco y para su uso como plantas medicinales y ornamentales. En cuanto al uso como alimentos funcionales y como plantas medicinales, Costa y Tupinambá (2005) (FALEIRO et al., 2015) relatan el gran potencial de las especies silvestres de maracuyá y la ocurrencia de varios Fito constituyentes funcionales y medicinales en la pulpa, cáscara, semillas, flores y hojas del maracuyá, justificando el uso múltiple de la maracuyá. Como planta ornamental, Peixoto (2005) relata el inmenso potencial del género *Passiflora* y su utilización en países del hemisferio norte, hace más de un siglo, como elemento de decoración y también de renta para los productores. Para aprovechar todo el potencial del género, principalmente de especies de la biodiversidad latinoamericana, estudios de conservación, caracterización y uso de recursos genéticos y acciones de pre-mejora, mejoramiento y post-mejora son estratégicos y de gran importancia (Faleiro et al., 2009).

Las acciones de investigación se han hecho para aumentar el número de especies y de accesos conservados y caracterizados, buscando un mejor aprovechamiento de la variabilidad genética del género *Passiflora*. Por medio de actividades de pre-mejora, especies silvestres e híbridos inter-específicos han sido evaluados y utilizados en la base de cruces del programa de mejora-

miento genético del maracuyá ácido (Faleiro et al., 2011; 2015). Según Ferreira (2005), a pesar de la importancia de la cultura del maracuyá, se nota una carencia de investigación, especialmente en las áreas básicas, principalmente con relación al germoplasma. Además, son necesarios trabajos minuciosos de caracterización morfológica, agronómica, citogenética y molecular de todos los accesos con miras a su utilización práctica en cultivos comerciales, en programas de mejoramiento genético, como porta-injertos, en intercambio de germoplasma e incluso uso de principios activos, moléculas y genes de ese valioso patrimonio genético (Faleiro et al., 2005; 2011; 2015).

Uso de los Recursos Genéticos

El gran potencial del uso de especies silvestres de maracuyá en los programas de mejoramiento genético ha sido relatado en los últimos años (Junqueira et al., 2006a, Faleiro et al., 2008, Faleiro y Junqueira, 2009, Faleiro et al., 2011). Para que la variabilidad genética de especies silvestres sea utilizada y aprovechada en programas de mejora, se hace necesario la realización de hibridaciones intra-específicas o el uso de la biotecnología moderna en la obtención de híbridos somáticos o en la utilización de la tecnología del ADN recombinante e ingeniería genética (Faleiro et al., 2005; Faleiro et al., 2011). En las investigaciones realizadas en Embrapa Cerrados y asociados, estudios sobre compatibilidad genética, índices de cruzabilidad, período de la antesis, período de la viabilidad de polen y de la receptividad del estigma, han permitido, por medio de cruces artificiales, la obtención de varios híbridos interespecíficos fértiles y prometedores para el programa de mejora genética (Junqueira et al., 2008, Faleiro et al., 2011).

Entre los híbridos interespecíficos que se están obteniendo, destaque especial debe ser dado al híbrido *P. coccinea* X *P. setacea*. Este híbrido fue lanzado como el primer híbrido ornamental de passiflora en Brasil, BRS Estrela do Cerrado (Faleiro et al., 2009, Embrapa Cerrados, 2018a). También cabe destacar los híbridos interespecíficos que involucran a las especies *P. nitida*, *P. setacea* y *P. coccinea*, cuyo potencial está relacionado a la utilización como porta-injertos (Junqueira et al., 2006b). La utilización de accesos silvestres de *P. edulis* en la base de los cruces está permitiendo la obtención de materiales genéticos con la coloración de pulpa más rojiza y menos dependientes de la polinización artificial. Otro híbrido muy prometedor obtenido por el programa de mejora realizado en la Embrapa Cerrados involucra las especies *P. caerulea* y *P. edulis*. A partir del cruce base, trabajos de retrocruzamiento y selección para coloración rojiza de la pulpa y alta productividad se están haciendo (Faleiro et al., 2012a; 2017b).

Además de la utilidad de los híbridos, algunas especies silvestres tienen potencial para consumo en fresco, considerando sus propiedades como alimento funcional. Dentro de esta línea, el programa de mejora realizado en la Embrapa Cerrados ha trabajado con selección de poblaciones de *P. alata*, *P. setacea*, *P. nitida*, *P. maliformis*, *P. quadrangularis* y *P. tenuifila* con el objetivo del aumento del tamaño del fruto para el mercado de frutas frescas (maracuyá dulce), para producción de materia prima para la producción de dulces y helados y también sustancias bioactivas con propiedades funcionales y medicinales (Faleiro et al., 2008b; 2017b). El primer producto tec-

nológico obtenido a partir de ese trabajo fue la cultivación de *P. setacea* BRS Pérola do Cerrado, lanzada en 2013 (Embrapa Cerrados, 2018b). La red de investigación PASSITEC ha trabajado en el ajuste del sistema de producción y en la generación de informaciones y tecnologías para uso de pasifloras silvestres como ingredientes y / o materia prima de las industrias de alimentos, condimentos, cosméticos y farmacéutica.

La exploración de todo potencial de las especies silvestres de maracuyá ácido involucra trabajos de investigación básica en las áreas de conservación, caracterización y evaluación de los recursos genéticos e investigación aplicada orientada al mejoramiento genético (Faleiro et al., 2011). La integración entre las actividades relacionadas con la conservación y caracterización de recursos genéticos, actividades de pre-mejora y también actividades de mejoramiento y post-mejora están permitiendo la utilización práctica de los recursos genéticos, contribuyendo efectivamente para el desarrollo de variedades, híbridos y otros productos tecnológicos (Faleiro et al., 2008c; 2008d; 2017b).

El mejoramiento genético de las pasifloras

La introducción de plantas, métodos de selección masiva, entre y dentro de familias de medio hermanos y hermanos completos, selección recurrente y la selección clonal mostraron la eficiencia, principalmente para el aumento de la productividad (Oliveira, 1980; Maluf et al., 1989; Cunha et al., 1997a; 1997b; Meletti et al. 2000). Según Cunha (1996), cruzamientos pueden ser realizados entre plantas hermanas, retrocruzamientos y autopolinización, no habiendo problemas con relación a la técnica de hibridación y utilización de la heterosis en maracuyá, debiéndose llevar adelante programas de hibridación como prioridad.

Varios son los objetivos de los programas de mejoramiento genético del maracuyá, destacándose el aumento de la productividad, mejora de la calidad fisicoquímica de frutos y resistencia y tolerancia a las principales enfermedades. En los últimos años, se ha producido un aumento de la ocurrencia de enfermedades en este cultivo, que deprecian la calidad del fruto disminuyendo su valor comercial y reducen la productividad y la longevidad del huerto. El uso de cultivares resistentes, junto con otras técnicas de manejo integrado, es la medida más eficaz, económica y ecológica de control de enfermedades. El desarrollo de híbridos y variedades resistentes a enfermedades es estratégico para la reducción de costos de producción, seguridad de trabajadores agrícolas y consumidores, calidad de mercado, preservación del ambiente y sostenibilidad del agronegocio (Quirino, 1998).

Las hibridaciones intra e inter-específicas se han reportado con resultados prometedores por Oliveira (1980), Oliveira et al. (1994), Vanderplank (1996), Junqueira et al. (2005), Junqueira et al. (2008), Faleiro y Junqueira (2009) y Faleiro et al. (2011). Segúno Meletti et al. (2005) y Faleiro y Junqueira (2009), algunas especies silvestres han acentuado con contribuciones importantes al mejoramiento genético. Los métodos de mejora basados en hibridaciones interespecíficas se han utilizado con éxito y el método de los retrocruzamientos utilizado para la incorporación de

genes de resistencia y otros genes de interés en materiales comerciales (Junqueira et al., 2005; Faleiro et al., 2008c; Fonseca et al., 2009; Faleiro e Junqueira, 2009).

Según Meletti et al. (2005), el mejoramiento del maracujá se constituye, desde su inicio, en campo de investigación abierto y prometedor, pero sólo en la década de los 1990 se lanzaron las primeras cultivares. A partir de 2000, los equipos involucrados en el mejoramiento genético vienen desarrollando investigaciones bastante sedimentadas en nuevas tecnologías, con objetivos definidos, multiplicidad de métodos y, más recientemente, con la adopción de herramientas importantes para el mejoramiento genético, como la biotecnología. La utilización de todas las herramientas disponibles de la genética molecular y cuantitativa es considerada estratégica para que el mejoramiento del maracuyá consiga atender las demandas del sector productivo, industrial y de los consumidores (Faleiro et al., 2006b; 2012b).

Con respecto a la utilización de la biotecnología moderna en la obtención de híbridos somáticos, varios autores han tenido éxito utilizando las especies *P. edulis*, *P. incarnata*, *P. alata*, *P. amethystina*, *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. coccinea* (Dornellas et al., 1995). Híbridos somáticos que involucra la especie cultivada y las especies salvajes de Passiflora, debido a su naturaleza tetraploide se prestan, en principio, como porta-injertos, ya que muestran tallos más vigorosos que el parental salvaje resistente. Los marcadores moleculares del ADN se han utilizado como herramientas auxiliares en las diferentes etapas del mejoramiento genético, desde la caracterización del germoplasma hasta las etapas finales de desarrollo y selección de plantas mejoradas (Ferreira e Grattapaglia, 1998; Vieira et al., 2005; Pereira et al., 2005; Faleiro, 2007; Ferreira e Faleiro, 2008; Faleiro, 2011; Faleiro et al., 2012b). En el caso del método de los retrocruzamientos, los marcadores moleculares del ADN presentan una aplicación adicional para acelerar la recuperación del genoma recurrente por medio de la metodología de genotipos gráficos (Young y Tanksley, 1989). El potencial de esta metodología fue levantado por Openshaw et al. (1994) y viene siendo utilizada con éxito en el mejoramiento del maracuyá (Faleiro et al., 2008b; Fonseca et al., 2009). La reducción del tiempo necesario para la recuperación del genoma recurrente se realiza reduciendo el número de retrocruzamientos de ocho o nueve a tres o cuatro. En cuanto a la ingeniería genética, grupos de investigación de la ESALQ han trabajado con la obtención de plantas transgénicas para resistencia a la bacteriosis y virosis (Vieira et al., 2005) y un grupo de la UFV ha trabajado con plantas transgénicas para resistencia al CABMV (Zerbini et al., 2005).

Para que los productos tecnológicos desarrollados por los programas de mejoramiento genético lleguen a los productores y beneficien toda la cadena productiva, las acciones de validación y transferencia de tecnología son esenciales (Borges et al., 2005). Además, es necesario un sistema organizado de producción, venta y distribución de semillas y plántulas de calidad, lo que caracteriza acciones de gran importancia de la post-mejora (Faleiro et al., 2009; Faleiro et al., 2008d). La base para ese proceso es el registro de las variedades e híbridos en el MAPA-RNC (Registro Nacional de Cultivares). Entre los materiales registrados en el RNC, merecen destaque los desarrollados por el Instituto Agronómico (IAC-273, IAC-277, IAC-275 e IAC-Paulista) (Meletti, 2000; Meletti et al., 2005), por la Embrapa Amazonía Oriental (Casca Fina – CCF) (Nascimento et

al., 2003) y por la Embrapa Cerrados y colaboradores, siendo que el BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado e BRS Ouro Vermelho fueron lanzados en 2008 (Embrapa, 2018c), el BRS Rubi do Cerrado en 2012 (Embrapa, 2018d), el BRS Pérola do Cerrado en 2013 (Embrapa, 2018b), el BRS Sertão Forte lanzado en 2016 (Embrapa, 2018e) y el BRS Mel do Cerrado lanzado en 2017 (Embrapa, 2018f). Los materiales desarrollados por Flora Brasil FB-200 y FB-300 son bastante plantados en Brasil y recientemente se han registrado en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. En el Sistema Nacional de Protección de Cultivares (SNPC) también vinculado al Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA), con la publicación de la lista de 28 descriptores de la especie, *Passiflora edulis* Sims y también de la lista de 35 descriptores para otras especies del género Passiflora

Consideraciones finales

La exploración de todo potencial de las especies silvestres de passiflora involucra trabajos de investigación básica en las áreas de conservación, caracterización y uso de los recursos genéticos e investigación aplicada hacia el mejoramiento genético. Además, son esenciales el fortalecimiento y la consolidación de redes de investigación transdisciplinarias e interinstitucionales en la formación de recursos humanos, en la articulación de alianzas para optimización de los recursos financieros y humanos y para facilitar e intensificar el intercambio de germoplasma e informaciones.

Considerando que el maracuyá es una cultura en franca expansión, poco estudiada y aún en fase de domesticación, trabajos de mejoramiento genético son cada vez más necesarios para afrontar problemas como baja productividad, falta de adaptación a ciertos agroecosistemas, a atender las exigencias del consumidor y la industria y principalmente susceptibilidad a varias enfermedades. Lógicamente, para cada región productora o sistema de producción deben ser recomendables cultivares de maracuyá más adaptados que atiendan las exigencias de toda cadena productiva y que permitan que tal actividad sea desarrollada de forma económica, sustentable y con menor impacto al medio ambiente.

Referências

- ANDRIGUETO, J.R.; KOSOSKI, A.R.; OLIVEIRA, D.A. **Maracujá no contexto do desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 509-556.
- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; PASSOS, I.R.S. **Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 559-586.
- BORGES, R.S.; SCARANARI, C.; NICOLI, A.M.; COELHO, R.R. **Novas variedades: validação e transferência de tecnologia.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 619-639.

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. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.

CUNHA, M.A.P. da. Recursos genéticos e modificações em métodos de seleção para produtividade em maracujá. Cruz das Almas, BA: **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18, n.3, p.413-423, 1996.

CUNHA, M.A.P. da. **Seleção para produtividade em populações de maracujazeiro. I. Seleção massal estratificada modificada.** Cruz das Almas, BA. EMBRAPA-CNPMF, 1997a. 4p. (EMBRAPA-CNPMF. Comunicado Técnico, 48).

CUNHA, M.A.P. da. **Seleção para produtividade em populações de maracujazeiro. II. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos modificada.** Cruz das Almas, BA. EMBRAPA-CNPMF, 1997b. 4p. (EMBRAPA-CNPMF. Comunicado Técnico, 49).

CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V.; JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A.A. (Ed.). **Maracujá Produção: Aspectos Técnicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104p. (Frutas do Brasil; 15).

DORNELAS, M.C. TAVARES, F.C.A.; OLIVEIRA, J.C.; VIEIRA, M.L.C. Plant regeneration form protoplast fusion in *Passiflora* spp. **Plant Cell Reports**, Berlin, v.15, p. 106-110. 1995.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Memória do Lançamento dos Híbridos de Maracujazeiro Ornamental.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoornamental/>>. Acesso em: 14 out. 2018a.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>>. Acesso em: 14 out. 2018b.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Memória do Lançamento dos Híbridos de Maracujazeiro Azedo.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoazedo/>>. Acesso em: 14 out. 2018c.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo - BRS Rubi do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>>. Acesso em: 18 dez. 2018d.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento Oficial da Cultivar de Maracujazeiro Silvestre BRS Sertão Forte (BRS SF).** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentosertaoforte/>>. Acesso em: 14 out. 2018e.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento Oficial da Cultivar de Maracujazeiro Doce BRS Mel do Cerrado (BRS MC).** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentomelocerrado/>>. Acesso em: 14 out. 2018f.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – desafios da pesquisa** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-210.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006a. 54p. il.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Importância e avanços do pré-melhoramento de *Passiflora*.** In: Lopes, M.A.; Fávero, A.P.; Ferreira, M.A.J.F.; Faleiro, F.G. (Eds.) Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas. Brasília: Embrapa, 2006b. p. 138-142.

FALEIRO, F.G. **Marcadores genético-moleculares aplicados aos programas de conservação e uso de recursos genéticos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102p. il.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Pesquisa e desenvolvimento do maracujá.** In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, R.C.; (Eds.). Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008a. p. 411-416

- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FÁVERO, A.P.; LOPES, M.A. **Pré-melhoramento de plantas: experiências de sucesso.** In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008b. p. 43-62.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares: resultados de pesquisa 2005-2008.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008c. 59 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 207).
- FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008d. 184p.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species.** In: MARIANTE, A.S.; SAMPAIO, M.J.A.; INGLIS, M.C.V. The state of Brazil's plant genetic resources. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture. Brasília-DF: Embrapa Technological Information, 2009. p. 101-106.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; BORGES, R.S.; ARAÚJO, S.B.; ANDRADE, S.R.M.; COSTA, A.M.; CASTELLEN, M.S.; VAZ, A.P.A.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; ANDRADE, G.A. **BRS Estrela do Cerrado, BRS Rubiflora, BRS Roseflora: híbridos de maracujazeiro para uso como plantas ornamentais.** In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. (Eds.) Livros e cultivares apresentados no II Encontro da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – Regional DF. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 44-45.
- FALEIRO, F.G.; TÁVORA, C.A.; SEMPREBOM, M.S.; ABREU, E.A.; BUSS, E.; JUNQUEIRA, N.T.V.; GUIMARÃES, T.G.; KRAUSE, W.; CAUMO, D.; SILVA, L.M.; ADAMS, S.R. Produção de maracujazeiro azedo em sistemas irrigado e sequeiro no Mato Grosso. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Frutas: saúde, inovação e sustentabilidade. **Anais...** 2010. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Natal. Unidade CD. 2010.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M.A.; FAVERO, A.P.; FERREIRA, M.A.J.F.; FALEIRO, F.G.; FOLLE, S.M.; GUIMARÃES, E.P. (Eds.) **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiências de sucesso.** Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, DF. 2011. p. 550-570.
- FALEIRO, F.G. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. 2011, p. 55-118.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; COSTA, A.M. **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, 2012a. (Documentos, n. 312). 34 p.
- FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, E.J.; ANDRADE, S.R.M.; COSTA, A.M.; JUNQUEIRA, N.T.V. Biotecnologia na cultura do maracujazeiro. In: CANÇADO, G.M.A.; LONDE, L.N. (Eds.) **Biotecnologia aplicada à agropecuária.** EPAMIG Sul de Minas: Caldas, 2012b. p. 401-440.
- 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). 26p.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M.; MACHADO, C.F.; JUNQUEIRA, K.P.; ARAÚJO, F.P.; JUNGHANS, T.G. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2017a. p.15-37.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; MACHADO, C.F.; FERREIRA, M.E.; JUNQUEIRA, K.P.; SCARANARI, C.; WRUCK, D.S.M.; HADDAD, F.; GUIMARÃES, T.G.; BRAGA, M.F. **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). 171p.

FERREIRA, M.E.; FALEIRO, F.G. **Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal.** In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 765-792.

FERREIRA, F.R. **Recursos genéticos de Passiflora.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 41-51.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.

FONSECA, K.G.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, K.P.; SANTOS, E.C. Análise da recuperação do genoma recorrente em maracujazeiro-azedo com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 145-153. 2009.

GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. Fruta da Paixão: panorama econômico do maracujá no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 36, p. 29-36, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

ITI Tropicals. Disponível em: <<http://www.passionfruitjuice.com>>. Acesso em: 24 ago. 2011.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.

JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. **Uso de espécies silvestres de Passiflora no pré-melhoramento do maracujazeiro.** In: Lopes, M.A.; Fávero, A.P.; Ferreira, M.A.J.F.; Faleiro, F.G. (Eds.) Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas. Brasília: Embrapa, 2006a. p. 133-137.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D. A. C.; BRAGA, M. F. ; PEIXOTO, J. R. ; BORGES, T. A. ; ANDRADE, S. R. M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estquia e enxertia em estacas de passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, 2006b.

JUNQUEIRA, K.P.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; RAMOS, J.D.; BRAGA, M.F.; SOUZA, L.S. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p. 191-196. 2008.

JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; BRAGA, M.F.; JUNQUEIRA, T.P.; GRISI, M.C.M. Outras espécies de maracujazeiro com potencial de uso para alimentação, ornamentação e artesanatos. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.81-100.

MACHADO, C.F.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; ARAÚJO, F.P.; GIRARDI, E.A. **A enxertia do maracujazeiro:** técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Circular Técnica, No116). 15p.

MACHADO, C.F.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ARAÚJO, F.P.; COSTA, A.M.; JUNGHANS, T.G. Espécies silvestres de maracujazeiro comercializadas em pequena escala no Brasil. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.59-80.

MALUF, W.R. SILVA, J.R.; GRATTAPAGLIA, D.; TOMA-BRAGHINI, M.; CORTE, R.D.; MACHADO, M.A.; CALDAS, L.S. Genetic gains via clonal selection in passion fruit *P. edulis* Sims. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 833-841, 1989.

MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Ed.). **Maracujá: pós-colheita.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil).

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.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PASSOS, I.R.S. **Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

OLIVEIRA, J.C. **Melhoramento genético de *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. visando aumento de produtividade.** 1980. 133f. Tese (Livre-Docência) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, 1980.

OLIVEIRA, J.C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A.O.; CENTURION, M.A.P.C. **Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro.** In: SÃO JOSE, A.R. (Ed.) Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 1994. p.27-37.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. **Espécies de maracujá com potencial agronômico.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-158.

OPENSHAW, S.J.; JARBOE, S.G.; BEAVIS, W.D. **Marker-assisted selection in backcross breeding.** In: R. LOWER (ed.). ASHS/CSSA Joint Plant Breeding Symposium on Analysis of Molecular Marker Data, Oregon State University, Corvallis, 1994. p. 41-43.

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.

PEREIRA, M.G.; PEREIRA, T.N.S.; PIO-VIANA, A. **Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujazeiro.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 277-292.

QUIRINO, T.R. **Agricultura e meio ambiente: tendências.** In: SILVEIRA, M.A.; VILELA, S.L.O. (Eds.). Globalização e sustentabilidade da agricultura. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p.109-138. (Documentos, 15).

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

VANDERPLANK, J. **Passion flowers.** Massachusetts: MIT Press, 1996. 224p.

VIEIRA, M.L.C.; CARNEIRO, M.C. ***Passiflora* spp. Passionfruit.** In: LITZ, R. (Ed) Biotechnology of Fruit and Nut Crops. Oxford: CABI Publishing, 2004. pp. 436-453.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, E.J.; MATTIA, F.P.; PÁDUA, J.G.; MONTEIRO, M. **Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 411-453.

YOUNG, N.D.; TANKSLEY, S.D. Restriction fragment length polymorphism maps and the concept of graphical genotypes. **Theoretical and Applied Genetics**, v.77, p. 95-101. 1989.

ZERBINI, F.M.; NASCIMENTO, A.V.S.; ALFENAS, P.F.; TORRES, L.B.; BRAZ, A.S.K.; SANTANA, E.N.; OTONI, W.C.; CARVALHO, M.G. **Transformação genética do maracujazeiro para resistência a doenças.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 589-597.

CAPÍTULO 6

Biotecnología Aplicada a las Pasifloras



Biotecnología Aplicada a las Pasifloras

Fábio Gelape Faleiro¹, Éder Jorge de Oliveira², Solange Rocha Monteiro de Andrade¹, Ana Maria Costa¹, Nilton Tadeu Vilela Junqueira¹

Introducción

La biotecnología puede definirse como el conjunto de conocimientos que utilizan organismos, células y moléculas de forma práctica en la obtención de bienes y servicios (Faleiro y Andrade, 2011). Ante este amplio concepto, podemos decir que existen varias formas de aplicación de la biotecnología en la cultura del maracuyá, como el uso directo o indirecto de la rica variabilidad del género *Passiflora*, las innumerables aplicaciones del cultivo de tejidos, además de los modernos análisis del ADN y las avanzadas técnicas de ingeniería y transformación genética.

A pesar de la resistencia de algunos sectores de la sociedad en cuanto al uso de la biotecnología moderna, es incuestionable que tal herramienta ha asumido gran importancia para propiciar beneficios a diferentes sectores de la sociedad (Faleiro y Andrade, 2011). En el caso del maracuyá, acciones de investigación y desarrollo en el área biotecnológica son fundamentales para el desarrollo de sistemas productivos más eficientes y sostenibles. Estas acciones pasan por la mejora de los sistemas de producción y de la productividad del cultivo.

En este sentido, las principales aplicaciones y resultados prometedores de la biotecnología para el maracuyá, implican el uso de recursos genéticos, los programas de mejora, las diversas aplicaciones del cultivo de células y tejidos, de los marcadores moleculares y de las secuencias de ADN y proteínas, la ingeniería genética, el control biológico y el uso de microorganismos en los sistemas de producción (Faleiro et al., 2012). En este capítulo, estas principales aplicaciones de la biotecnología para la cultura del maracuyá, serán presentadas y ejemplificadas.

Uso de Recursos Genéticos

La utilización de los recursos genéticos involucrando la variabilidad genética inter-específica e intra-específica tiene como objetivos proporcionar genes importantes para el mejoramiento genético de especies comerciales, diversificar sistemas de producción, utilizar como portainjertos, como plantas ornamentales y funcionales-medicinales (Faleiro y Junqueira, 2009).

Entre los principales genes o características de interés para el mejoramiento que pueden obtenerse a partir de recursos genéticos se puede resaltar la resistencia y tolerancia a plagas y enfermedades, características que lleven a una menor dependencia de la polinización manual (autocompatibilidad, androgínoforo más corto que reduce la altura de los estambres y estigmas

¹Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil; ²Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil

en relación a la corona, facilitando la polinización por pequeños insectos), las características que conducen a la producción en la temporada baja como la insensibilidad al fotoperíodo, características que conducen a una mejor adaptabilidad como tolerancia al estrés hídrico y a temperaturas más bajas, características que lleven a la mejora de la calidad física y química de los frutos (Faleiro e Junqueira, 2009).

Algunas especies silvestres e híbridos inter-específicos de maracuyá pueden diversificar los sistemas de producción debido al potencial para consumo en fresco. Dentro de esta línea, el programa de mejora realizado en Embrapa y socios ha trabajado con selección de poblaciones de *P. alata*, *P. setacea*, *P. nitida*, *P. tenuifila*, *P. cincinnata*, *P. quadrangularis* y *P. maliformis* con el objetivo de aumentar el tamaño del fruto para el mercado de frutas frescas (maracuyá dulce), para producción de materia prima para procesamiento industrial (Faleiro *et al.* 2013).

La utilización de recursos genéticos como porta-injertos es una importante demanda para la investigación para plantear serios problemas con la enfermedad fusariosis que diezmamos huertos en varias regiones productoras. Selecciones realizadas dentro de las especies *P. alata*, *P. nitida* y *P. foetida* ha sido efectivos y trabajos de validación en condiciones comerciales han sido realizados con éxito (Semprebom *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2015).

Para la utilización de los recursos genéticos como plantas ornamentales, los híbridos inter-específicos han presentado mayor potencial, como aquellos que involucran a las especies *P. setacea* y *P. coccinea* para la producción de flores rojas (BRS Estrela do Cerrado), *P. quadrifaria* e *P. incarnata* para la producción de flores de color rosa (BRS Rosea Púrpura) y *P. incarnata* y *P. edulis* con la producción de flores de color azul (BRS Céu do Cerrado) (Figura 1).



Fotos: Fábio Faleiro e Nilton Junqueira, Embrapa Cerrados.

Figura 1. Híbridos interespecíficos de maracuyá para fines ornamentales: BRS Estrela do Cerrado (A), BRS Rosea Púrpura (B) y BRS Céu do Cerrado (C).

Las especies silvestres e híbridos inter-específicos también pueden ser utilizadas cuando se desea mejorar características físicas, químicas o sensoriales de la pulpa del maracuyá para nuevas opciones de mercado, sea como fruta exótica o para incrementar propiedades funcionales. En este sentido, *P. caerulea* y accesos silvestres de *P. edulis* han presentado potencial para dejar más rojiza la pulpa del maracuyá ácido comercial, mejorando sus propiedades

funcionales. Uno de los productos tecnológicos obtenidos a partir de esta estrategia es el cultivar de maracuyá agria BRS Rubi do Cerrado (Embrapa 2018a). Otro producto tecnológico obtenido dentro de esa línea de funcionales-medicinales fue la cultivar BRS Pérola do Cerrado de la especie *P. setacea* que presenta alto contenido de antioxidantes (principalmente flavonoides y poliaminas) y sales minerales en la pulpa (Embrapa, 2018b).

Mejoramiento Genético

Varios son los objetivos de los programas de mejoramiento genético del maracuyá, destacándose el aumento de la productividad, mejora de la calidad físico-química de frutos y resistencia y tolerancia a las principales enfermedades. La alta productividad del maracuyá es esencial para la competitividad del cultivo, pensando en la cobertura de los altos costos de producción involucrados. La calidad física y química de los frutos está directamente relacionada al valor pagado a los productores por la producción. La resistencia y tolerancia a las principales enfermedades son importantes características para las nuevas cultivares, considerando que en los últimos años se ha producido un aumento de la ocurrencia de enfermedades en el maracuyá, que deprecian la calidad del fruto disminuyendo su valor comercial, reducen la productividad y la longevidad del huerto. El desarrollo de híbridos y variedades resistentes a enfermedades es estratégico para la reducción de costos de producción, seguridad de trabajadores agrícolas y consumidores, calidad de mercado, preservación del ambiente y sostenibilidad del agronegocio (Quirino, 1998).

Las hibridaciones intra e inter-específicas se han reportado con resultados prometedores por Oliveira (1980), Oliveira et al. (1994), Vanderplank (1996), Junqueira et al. (2005), Junqueira et al. (2008), Faleiro e Junqueira (2009), Faleiro et al. (2011) Cerqueira-Silva et al. (2014). Los métodos de mejora basados en hibridaciones interespecíficas se han utilizado con éxito y el método de los retrocruzamientos utilizado para la incorporación de genes de resistencia y otros genes de interés en materiales comerciales (Junqueira et al., 2005; Faleiro et al., 2008; Fonseca et al., 2009; Faleiro e Junqueira, 2009).

Según Meletti et al. (2005, 2011) y Faleiro et al. (2012, 2013), los equipos involucrados en el mejoramiento genético del maracuyá vienen desarrollando investigaciones bastante sedimentadas en nuevas tecnologías, con objetivos definidos, multiplicidad de métodos y de especies de maracuyá trabajadas y, más recientemente, con la adopción de herramientas importantes para la mejora genética, como la biotecnología moderna que involucra técnicas y aplicaciones del cultivo de los tejidos, de los marcadores moleculares del ADN y de la ingeniería y transformación genética. La utilización de todas las herramientas disponibles de la genética molecular y cuantitativa es considerada estratégica para que el mejoramiento del maracuyá consiga atender las demandas del sector productivo, industrial y de los consumidores (Faleiro et al., 2006, 2012).

Cultivo de tejidos

Entre las diversas aplicaciones del cultivo de tejidos (Silva-Neto y Andrade, 2011), muchas de ellas son importantes para el maracuyá. En este sentido, Faleiro et al. (2012) presentan informaciones sobre tales aplicaciones para la cultura del maracuyá, pudiendo destacar la propagación clonal, la conservación de germoplasma in vitro, la introgresión de genes de interés, germinación de semillas in vitro y rescate de embriones y producción comercial de plántulas de alta calidad.

La mayoría de las aplicaciones del cultivo de tejidos para el cultivo del maracuyá están relacionadas con la utilidad de la tecnología para aumentar la eficiencia de los programas de mejora genética. Ferreira et al. (1998) citan algunas de estas aplicaciones como la conservación y evaluación de germoplasma, aumento de la variabilidad genética para fines de selección e introgresión de genes de interés, aceleración del programa de mejoramiento (germinación de semillas in vitro, clonación de genotipos) y producción comercial de plántulas de alta calidad (multiplicación y limpieza clonal). Otra importante aplicación del cultivo de tejidos es la regeneración in vitro de las plantas, posibilitando de esa forma la aplicación de las modernas técnicas de ingeniería genética y transformación (Faleiro y Andrade, 2009).

Hay varias referencias acerca de la micropropagación de especies del género *Passiflora* que utilizan diferentes tipos de explantes y medios de cultivo (Vieira et al., 2005). Sin embargo, el principal factor limitante de estas metodologías es la baja reproducibilidad de algunos protocolos desarrollados para el cultivo, pues en general, son específicos, y a veces para cultivares específicos (Passos y Bernacci, 2005). La Organogénesis es la principal vía de regeneración de *Passiflora*, pudiendo ser directa o indirecta (Appezato-da-Glória et al, 2005).

La conservación in vitro de germoplasma es una opción importante para especies cuyo almacenamiento en bancos de semillas es problemático, como las que presentan semillas recalcitrantes, las que no producen semillas viables y las que se propagan exclusivamente por vía vegetativa, como es el caso de muchas especies del género *Passiflora*. A pesar de la importancia, muy poco se ha avanzado en este sentido para el maracuyá, pues todavía son necesarios estudios básicos para establecer los medios de cultivo adecuados para el mantenimiento in vitro, tiempo de mantenimiento in vitro, número de subcultivos, regeneración de los explantes, y de efectos somacloniales debido al tiempo de mantenimiento in vitro (Passos y Bernacci, 2005).

Otra aplicación del cultivo de tejidos es la introgresión de genes de interés que puede ser hecha vía hibridación somática por fusión de protoplastos, polinización in vitro, cultivo de embriones y haploidización por cultivo de anteras. La hibridación somática, por medio de la fusión de protoplastos, es una alternativa a la reproducción sexual, pues permite la combinación genómica completa (Passos e Bernacci, 2005). El principal objetivo de la hibridación somática para *Passiflora* sería la obtención de poliplóides artificiales (Vieira et al., 2005), siendo que la técnica ha sido utilizada con éxito para la superación de incompatibilidad sexual, producción de macho-esteras y transferencia de ADN citoplasmático. La polinización in vitro, el cultivo de embriones y anteras también puede ser utilizada para superar problemas de incompatibilidad.

La germinación de semillas in vitro o el rescate de embriones son también importante para el maracuyá, ya que algunas especies de Pasifloras presentan semillas altamente recalcitrantes. El rescate de embriones es generalmente utilizado cuando ocurre aborto del embrión debido a la incompatibilidad de los padres. Por medio de técnicas de cultivo de tejidos es posible el rescate de estos embriones en fases posteriores al aborto. La germinación in vitro es una de las técnicas aplicadas con éxito para semillas que presentan adormecimiento, también puede ser utilizada para producción de explantes como segmentos hipocotiledonares o ápices caulinares visando la transformación genética (Faleiro et al, 2012).

La producción comercial de plántulas de maracuyá también es una importante aplicación del cultivo de tejidos. Tal producción puede ser hecha a partir de la multiplicación clonal por medio de la micropropagación. Uno de los puntos importantes para la calidad de las plántulas es su sanidad. La limpieza clonal es un método de obtención de plántulas libres de virus y otros fitopatógenos. La organogénesis y la técnica de microinjertación se pueden utilizar para este proceso. El uso de la termoterapia también es una alternativa en conjunto con el cultivo de meristemos o ápices caulinares o incluso con la microinjertación (Ribeiro et al., 2006; 2008; Andrade et al. 2010).

Marcadores Moleculares

Los marcadores moleculares permiten generar una gran cantidad de informaciones sobre identidad genética, diversidad, frecuencia génica, relaciones filogenéticas, mapeo genético, selección asistida, entre otras. Tales informaciones son extremadamente útiles en programas de conservación, caracterización y uso de germoplasma y mejoramiento genético. Las informaciones moleculares pueden complementar las informaciones ecológicas, morfológicas y agronómicas de los recursos genéticos, lo que contribuye para aumentar la eficiencia de los procesos de recolección, orientar el enriquecimiento de la base genética, formar y validar colecciones nucleares y de trabajo, analizar la diversidad y la pureza genética, identificar accesos duplicados y redundantes, auxiliar trabajos de clasificación botánica y filogenia y subsidiar la selección de genitores, la planificación de los cruces y la selección de genotipos con características deseadas en programas de mejoramiento genético (Faleiro, 2011a, Ferreira y Faleiro, 2008). La Figura 2 ilustra las principales aplicaciones de los marcadores moleculares según Faleiro (2011a), siendo que la mayoría de estas aplicaciones han sido o puede ser utilizada en los programas de caracterización y uso de recursos genéticos y en los programas de mejoramiento genético del maracuyá.

El principio de la utilización de los marcadores moleculares se basa en el dogma central de la biología molecular y en la suposición de que las diferencias genéticas en el ADN significan, en la mayoría de las veces, diferencias fenotípicas (Faleiro, 2011b). Entre las ventajas de los marcadores, se puede citar la obtención de un número prácticamente ilimitado de polimorfismos genéticos, la identificación directa del genotipo sin influencia del ambiente, la posibilidad de detección en cualquier estadio del desarrollo de la planta a partir de cultivo de células o tejidos y la posibilidad de generar mayor cantidad de información genética por loco en el caso de marcadores co-dominantes (Faleiro, 2011b).

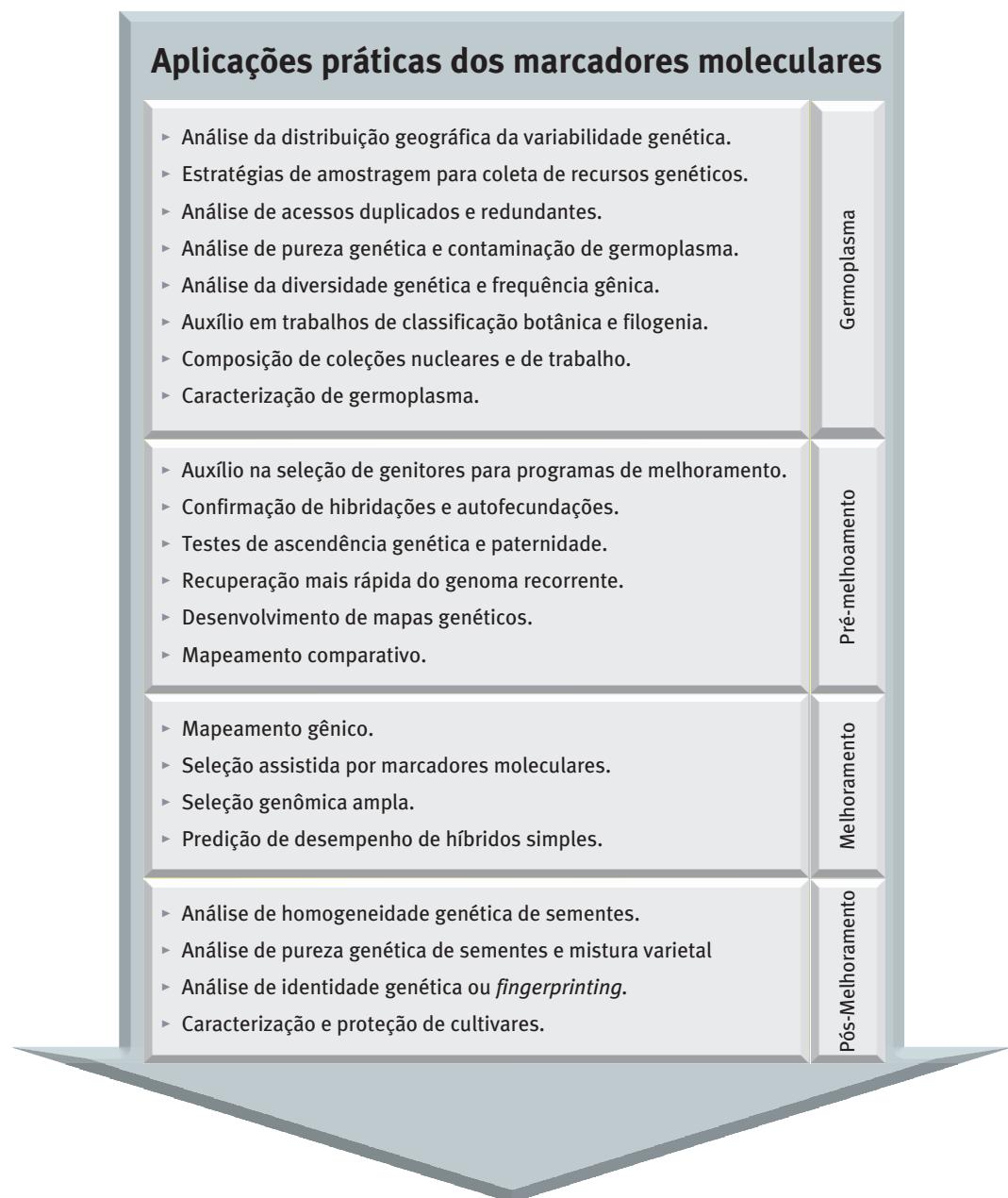


Figura 2. Principales aplicaciones prácticas de los marcadores moleculares en programas de conservación, caracterización y uso de germoplasma y programas de mejoramiento genético involucrando actividades de pre y post-mejora.

Fuente: Faleiro (2011a)

Secuencias de ADN y proteínas

Los bancos de datos públicos mundiales agregan el repertorio de segmentos expresados y no expresados de los genomas y secuencias de proteínas de las diferentes especies biológicas. Por medio de las informaciones depositadas es posible verificar las líneas y tendencias de las investigaciones genéticas de una especie, recoger informaciones de regiones génicas y no génicas con el objetivo de orientar estudios evolutivos, caracterizar biodiversidad y auxiliar en los programas de mejoramiento genético (Costa, 2011).

En este sentido, (2012), un análisis general de las secuencias de nucleótidos y aminoácidos disponibles para las Pasifloras, permite inferir que las investigaciones en el área de genética molecular se concentran en estudios filogenéticos y caracterización de la biodiversidad por medio de marcadores moleculares del ADN. El número de secuencias depositadas es muy inferior al de otras especies cultivadas, incluso considerando todas las especies del género *Passiflora*. Este hecho evidencia que mucho aún debe ser conocido sobre la genómica y proteómica del maracuyá. evidencia que muito ainda deve ser conhecido sobre a genômica e proteômica de las pasifloras.

Ingeniería genética

La transformación de plantas a través de ingeniería genética ha demostrado un alto potencial de aplicación en el mejoramiento vegetal, por permitir la obtención de variedades de plantas con genes oriundos de otras plantas, animales o microorganismos, que confieren alguna ventaja adaptativa, muchas veces imposibles de ser obtenidas vía métodos convencionales. En el caso del maracuyá, las experiencias involucrando la transformación e ingeniería genética están dirigidas al control de enfermedades, principalmente virosis y bacterias.

En el caso de la virosis, a partir del trabajo de Braz (1999), se obtuvieron plantas transgénicas que expresan una región no traducible del genoma del aislado CABMV-MG1, conteniendo dos tercios de la región codificadora de la polimerasa viral (*Nlb*) y un tercio de la región codificadora de la proteína capsidial (CP), incluida en el sitio de *BamH I* del vector binario pBI121 (Alfenas et al., 2005) (Figura 3).

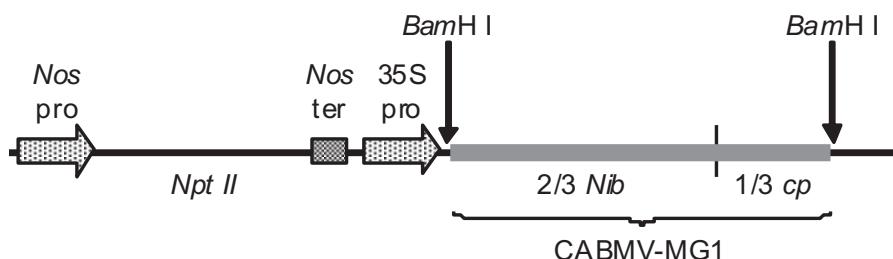


Figura 3. Construcción utilizada para la transformación genética de maracuyá-amarillo. Nos pro: promotor del gen Nos que regula la expresión del gen npt II; Nos ter: señal de terminación de la transcripción; 35S pro: promotor CaMV 35S que regula la expresión del transgene. El fragmento viral incluye dos tercios del gen Nlb y un tercio del gen cp. del aislado CABMV-MG1. Fuente: Zerbini et al. (2005).

Según Vieira et al. (2005), además del uso del gen de la proteína capsidial del virus, otras estrategias de ingeniería genética pueden ser utilizadas para la obtención de plantas transgénicas resistentes a la virosis, como la expresión de la replicación viral, la expresión de proteínas involucradas en el movimiento del virus en la planta, el uso de RNA anti-sentido (antisense RNA), el uso de RNA satélite, que tiene la propiedad de reducir la replicación del virus y atenuar el síntoma, y el uso de RNA defectivo interferente, estrategia a menudo asociada a una disminución de los síntomas de la enfermedad. Estas estrategias todavía no se han utilizado en el caso del maracuyá.

En el caso de la bacteriosis, las estrategias de ingeniería genética implican la introducción de genes que codifican las proteínas bactericidas. Tales proteínas aisladas a partir de insectos, como las cecropinas y análogos, las lisozimas y las atacinas se han utilizado para inducir resistencia a patógenos. En particular, las atacinas tienen acción contra bacterias resultando en un desarreglo en la membrana externa bacteriana, y drástica reducción en su crecimiento (Vieira et al., 2005). En el caso del maracuyá, uno de los grandes desafíos de la transgenia se refiere al aumento de la eficiencia de transformación, que ha sido muy baja, 0,11 a 0,67% (Trevisan et al., 2006; Monteiro-Hara et al., 2011).

Control biológico

En el maracuyá, hay ejemplos de control biológico de plagas y enfermedades utilizando virus, bacterias, hongos y parásitoides (Faleiro et al, 2012). En el caso de los virus, el uso del *Baculovirus* en el control de las orugas es el más común. Alves (2011) citan algunos ejemplos de productos biológicos a base de *Baculovirus* como el Baculovirus AEE®, Baculovirus Nitral®, Coopervirus PM® y Protege®. En el caso de las bacterias, el uso del *Bacillus thuringiensis* en el control de orugas es el más común, siendo los productos Agree®, Bac-Control®, Bactur WP®, Dipel SC®, Dipel WG®, Dipel WP®, Ecotech Pro®, Thuricide® y Xentari® citados por Alves (2011) como productos comerciales en Brasil. En el caso de hongos el uso del *Trichoderma* ha sido objetivo de varias investigaciones en maracuyá para el control de la podredumbre del cuello y enfermedades radiculares (Vaz et al., 2008; Fisher et al., 2010), como ejemplos de los productos comerciales, Ecotrich®, Itafort®, Agrotrich® e Tricho Plantio®. El ejemplo de parásitoides con eficiencia comprobada en el control de las orugas del maracuyá es la avispa *Trichogramma*, la cual es parásitode de los huevos de varias especies de mariposas (Alves, 2011). Su eficiencia de control es elevada y actualmente es uno de los parásitoides más utilizados en el mundo para el control de plagas.

Uso de microorganismos en los sistemas de producción

Cuando se piensa en sistemas de producción del maracuyá, los microorganismos presentes en el suelo representan un papel clave en el ciclo de nutrientes y en el mantenimiento de su fertilidad, además de desempeñar funciones como agente de control biológico de enfermedades y plagas de la agricultura, biorremediadores de contaminantes, promotores de crecimiento de plantas, además de su valor biotecnológico (Reis Júnior e Mendes, 2008; Mendes et al., 2011).

En el caso del maracuyá, un importante ejemplo de la utilización de microorganismos en los sistemas de producción con varios resultados positivos de investigaciones son los hongos micorrícos arbusculares en la producción de plántulas. Miranda y Miranda (2000) citan como principales ventajas de la utilización de la micorriza arbuscular en plántulas el aumento de la capacidad de las plantas de absorber nutrientes del suelo, principalmente el fósforo; mejor respuesta de las plantas a los correctivos y fertilizantes utilizados, mayor crecimiento y anticipación del trasplante de plántulas al campo; mejora del control biológico de patógenos del suelo que causan enfermedades en las raíces; mayor supervivencia de las plantas en el vivero y tras el trasplante al campo principalmente en condiciones de déficit hídrico y de disponibilidad limitada de nutrientes.

Consideraciones finales

La biotecnología es hoy una de las herramientas de gran importancia para la mejora de los sistemas de producción de diferentes cultivos. En el caso del maracuyá, acciones de investigación y desarrollo en el área biotecnológica son estratégicas para el desarrollo de sistemas más productivos y sostenibles. La evolución de la biotecnología está caminando a pasos agigantados y se puede decir que en el caso del maracuyá que las contribuciones de la biotecnología son importantes en el presente y serán aún más en el futuro, considerando todas las potencialidades y lo que aún va a ser descubierto.

Referências

ALFENAS, P.F.; BRAZ, A.S.K.; TORRES, L.B.; SANTANA, E.; NASCIMENTO, V.S.; CARVALHO, M.G.; OTONI, W.C.; ZERBINI, F.M. Transgenic passion fruit expressing RNA derived from *Cowpea aphid-borne mosaic virus* is resistant to passion fruit woodiness disease. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, p.33-38, 2005.

ALVES, R.T. Controle biológico de insetos-praga. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.)

Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 379-407.

ANDRADE, S.R.M.; RIBEIRO, L.M.; VIEIRA, L.M.; PEREIRA, W.V.S.; NERY, L.A.; FOGAÇA, C.M.; ROSA, S.D.; FALEIRO, F.G.; SILVA, M.S.; JUNQUEIRA, N.T.V. Limpeza clonal de maracujá por microenxertia ex vitro visando a eliminação de vírus-do-endurecimento-dos-frutos. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 279, 2010. 29 p.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; FERNADNO, J.A.; MACHADO, S.R.; VIEIRA, M.L.C.; Estudos morfológicos, anatômicos, histoquímicos e ultra-estruturais da organogênese in vitro do maracujazeiro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 387-407.

BRAZ, A. S. K. **Clonagem e seqüenciamento dos genes da proteína capsidial e da replicase de um Potyvirus causador de endurecimento dos frutos do maracujazeiro, e transformação de maracujá-amarelo com construção derivada desses genes**. 1999. 106p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CERQUEIRA-SILVA, C.B.M.; NUNES, O.; OLIVEIRA E.J.; L.; SOUZA, A.P. Characterization and selection of passion fruit (yellow and purple) accessions based on molecular markers and disease reactions for use in breeding programs. **Euphytica** (Wageningen), v. 199, 2014.

COSTA, A.M. Prospecção gênica e bioinformática. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.)

Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 121-141.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento do híbrido de maracujazeiro azedo - BRS Rubi do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentobrsrubidocerrado/>>. Acesso em: 05 fev. 2018a.

EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Lançamento da cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado.**

Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoperola/>>. Acesso em: 05 fev. 2018b.

FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. Biotecnologia e transgênicos. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. **Biotecnologia, transgênicos e biossegurança.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 15-29.

FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. Biotecnologia: uma visão geral. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 13-29.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species. In: MARIANTE, A.S.; SAMPAIO, M.J.A.; INGLIS, M.C.V. **The state of Brazil's plant genetic resources. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture.** Embrapa Technological Information: Brasília-DF, 2009. p. 101-106.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. Pré-melhoramento do maracujá. In: LOPES, M.A.; FAVERO, A.P.; FERREIRA, M.A.J.F.; FALEIRO, F.G.; FOLLE, S.M. (Eds.) **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiências de sucesso.** Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, DF, 2011. p. 550-569.

FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, E.J.; ANDRADE, S.R.M.; COSTA, A.M.; JUNQUEIRA, N.T.V. Biotecnologia na cultura do maracujazeiro. In: CANÇADO, G.M.A.; LONDE, L.N. (Eds.) **Biotecnologia aplicada à agropecuária.** EPAMIG Sul de Minas: Caldas, 2012. p. 401-440.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M. Avanços e perspectivas do melhoramento genético de *Passifloras* no Brasil. In: Carranza, C.J.; Ocampo, D.; Miranda, D.; Parra, M.; Castillo, J.; Rodrigues, A. (Eds.) **Libro de memorias - Congreso Latinoamericano de Pasifloras.** Corporación Cepass Colombia: Neiva, Huila, Colômbia, 2013. p.12-23.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54p.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Pesquisa e desenvolvimento do maracujá.** In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, R.C.; (Eds.). **Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas.** Brasília: Embrapa, 2008a. p. 411-416

FALEIRO, F.G. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011a. p. 55-118.

FALEIRO, F.G. Princípio científico e análises genéticas utilizando marcadores moleculares. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011b. p. 31-52.

FERREIRA, M.E.; FALEIRO, F.G. **Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal.** In: FALEIRO, F.G.; FARIA NETO, A.L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 765-792.

FERREIRA, M.E.; CALDAS, L.S.; RESENDE, R.O. **Aplicações da cultura de tecidos no melhoramento genético de plantas.** In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.** Brasília, DF: Embrapa, 1998. p. 21-43.

FONSECA, K.G.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, K.P.; SANTOS, E.C. Análise da recuperação do genoma recorrente em maracujazeiro-azedo com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 145-153. 2009.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças**. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.

JUNQUEIRA, K.P.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; RAMOS, J.D.; BRAGA, M.F.; SOUZA, L.S. Confirmação de híbridos interespecíficos artificiais no gênero *Passiflora* por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p. 191-196. 2008.

MACHADO, C.F.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; ARAÚJO, F.P.; GIRARDI, E.A. **A enxertia do maracujazeiro: técnica auxiliar no manejo fitossanitário de doenças do solo**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Circular Técnica, No116). 15p.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, vol. especial, E. 083-091, 2011.

MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PASSOS, I.R.S. **Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro**. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

MENDES, I.C.; REIS JÚNIOR, F.B.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, M.F.; CHAER, G.M.; MERCANTE, F.M.; ZILLI, J.E. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 219-244.

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Seleção e recomendação de uso de espécies de fungos micorrízicos arbusculares**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2001. 3p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 52).

MONTEIRO-HARA, A.C.B.A.; ADRIANA SALOMÃO JADÃO, A.S.; MENDES, B.M.J.; REZENDE, J.A.M.; TREVISAN, F.; MELLO, A.P.O.A.; VIEIRA, M.L.C.; MELETTI, L.M.M.; PIEDADE, S.M.S. Genetic transformation of passionflower and evaluation of R1 and R2 generations for resistance to Cowpea aphid borne mosaic virus. **Plant Disease**, 2011, doi: 10.1094/PDIS-12-10-0873.

OLIVEIRA, J.C. **Melhoramento genético de *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. visando aumento de produtividade**. 1980. 133f. Tese (Livre-Docência) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, 1980.

OLIVEIRA, J.C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A.O.; CENTURION, M.A.P.C. **Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro**. In: SÃO JOSE, A.R. (Ed.) Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1994. p.27-37.

PASSOS, I.R.S.; BERNACCI, L.C. Cultura de tecidos aplicada à manutenção de germoplasma in vitro e ao melhoramento genético do maracujá (*Passiflora* spp.). In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 361-383.

QUIRINO, T.R. **Agricultura e meio ambiente: tendências**. In: SILVEIRA, M.A.; VILELA, S.L.O. (Eds.). Globalização e sustentabilidade da agricultura. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p.109-138. (Documentos, 15).

REIS JÚNIOR, F.B.; MENDES, I.C. As plantas transgênicas e a microbiota do solo. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. **Biotecnologia, transgênicos e biossegurança**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 121-145.

RIBEIRO, L.M.; PEIXOTO, J.R.; ANDRADE, S.R.M.; FONSECA, R.S.; VIEIRA, L.M.; PEREIRA, W.V.S. Microenxertia ex vitro para eliminação do vírus CABMV em maracujá azedo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, 589-594, 2008.

RIBEIRO, L.M.; PEIXOTO, J.R.; ANDRADE, S.R.M.; SIMÕES, M.O.M.; FONSECA, R.S.; VIEIRA, L.M. Organogênese in vitro em

acessos de maracujazeiro amarillo infectados pelo vírus CABMV. **Unimontes Científica**, v. 8, p. 87-98, 2006.

SEMPREBOM, M. S.; FALEIRO, F. G.; ARAUJO, C. A. T.; PRADO, L. L. do.; HADDAD, F.; JUNQUEIRA, N. T. V. Tecnologia de mudas enxertadas de maracujazeiro azedo para controle de doenças causadas por *Fusarium* spp. no Mato Grosso - a experiência da Coopernova. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012. 4p.

SILVA-NETO, S.P.; ANDRADE, S.R.M. Cultura de tecidos vegetais: Princípios e aplicações. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JÚNIOR, F.B. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 409-434.

TREVISAN, F.; MENDES, B.M.J.; MACIEL, S.C.; VIEIRA, M.L.C.; MELETTI, L.M.M.; REZENDE, J.A.M. Resistance to *Passion fruit woodiness virus* in transgenic passionflower expressing the virus coat protein gene. **Plant Disease**, v.90, p.1026-1030, 2006.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. Massachusetts: MIT Press, 1996. 224p.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, E.J.; MATTIA, F.P.; PÁDUA, J.G.; MONTEIRO, M. Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 411-453.

ZERBINI, F.M.; NASCIMENTO, A.V.S; ALFENAS, P.F.; TORRES, L.B.; BRAZ, A.S.K.; SANTANA, E.N.; OTONI, W.C.; CARVALHO, M.G. Transformação genética do maracujazeiro para resistência a doenças. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 589-597.

CAPÍTULO 7

Propagación de las Pasifloras



Propagación de las Pasifloras

Geovane Alves de Andrade

Introducción

Las pasifloras en lo general se propagan por semillas, esquejes, por injerto, o micro propagación. En ese capítulo, iremos abordar cada uno de esos procesos e incluso ejemplificar la aplicabilidad de ellos.

Propagación por semillas

La multiplicación por semillas del maracuyá es la manera tradicional y más antigua de propagación, donde se obtienen semillas de frutos seleccionados de plantas distintas con buena sanidad y aspectos agronómicos. Para extraer las semillas, se cortan los frutos, se quitan y se pone el jugo en recipiente plástico dejándolo reservado por un par de días para la fermentación del arilo. Entonces se quita el mucílago (pulpa) con cuidado frotando el contenido en agua limpia o con el auxilio de una licuadora con las cuchillas protegidas por goma para no dañar las semillas. Por en fin, con la salida del mucílago, se esparcen las semillas en ambiente seco protegido del sol por unos 4 días. Con las semillas secas, se las fregamos para la salida del resto del mucílago seco, e ellas estarán listas para la siembra.

Cuando sembramos directamente en envases (bolsas plásticas, tubetes o almácigos) debemos poner entre una e tres semillas a una profundidad de 0,5cm (la profundidad no podrá sobrepasar a tres veces el tamaño de la semilla) para en seguida regar una vez al día. Al cabo de unos 30 días ya habrán germinado unos 50% de las plántulas. Cuando las semillas estuvieren almacenadas por más tiempo, se puede también hacer siembra en semilleros (cajas con arena) y después de la emergencia de las dos hojas primarias, repicar para los envases.

Para la situación de más de una plántula germinada por envase, el primer paso es eliminar las menos vigorosas o peor posicionada en el almácigo. La eliminación será por corte y no por arranque pues no se puede dañar radículas de la planta pretendida.

Semillas de maracuyá pueden ser almacenadas en ambiente seco, aireado y con poca luz por unos 90 días sin pérdida de poder germinativo. En una cámara fría (5°C) y con 20% el tiempo de almacenamiento es de más de 1 año. Para otras especies de pasiflora ese tiempo podrá ser muy variado cuanto a condiciones de conservación e pérdida de la capacidad germinativa.

En Brasil, la mayoría de los productores utilizan plantas germinadas en vivero en bolsas de

¹xxxxx

polietileno oscuro con capacidad alrededor de 0,8 a 2,0 litros de substratos o en envases de polietileno de igual capacidad. Algunos viveros venden sus plantas en tubetes de polietileno rígido de 50ml, (para pedidos de largas distancias) siendo que el agricultor suele sembrarlas envases mayores, para entonces llevarlas a los surcos cuando surgen los primeros zarcillos. Para algunas Pasifloras silvestres ese proceso resultará infructuoso pues la mayoría de ellas no toleran la remoción temprana entre envases.

El proceso de propagación sexuada es la forma más sencilla y por lo tanto más empleada pues garantiza buena formación radicular, plantas con mayor vigor, mayor longevidad en el campo pero con larga variabilidad. Si por un lado esa heterogénesis sea buena para reducir la incompatibilidad de polinización entre las flores ampliando la posibilidad de fecundación e formación de frutos, también traerá maleficios por la fructificación desigual en color, forma y tamaño resultando en caída de calidad sea para la industria o la comercialización libre de los frutos.

Para reducir estos problemas en Brasil, los investigadores han desarrollado híbridos de *Pasiflora edulis* Sims. Y los han sembrado en las regiones productoras de esa fruta.

Propagación por esqueje

Este proceso consiste en obtener partes vegetativas intermedias de las guías de una planta adulta ya en floración cortándola con unos 4 nudos, eliminando la mitad de las hojas y los zarcillos. Con el cuidado para no plantar el esqueje de punta cabeza, se recomienda cortar las guías y levarlas enteras hasta el local del plantío. En seguida se cortan las hojas inferiores y se corta la mitad de las hojas superiores para disminuir la pérdida de agua.

Para plantar los esqueje se recomienda preparar canteros, cajas semejantes al semillero con substrato de calidad (con elementos equilibrados agua/aire/suelo) en invernadero con nebulización intermitente. Cada esqueje será enterrado con dos nudos inferiores (unos 5,0cm), en seguida hacer una leve presión alrededor para ligar el sistema de nebulización por unos 5 minutos.

En los 5 días siguientes durante las horas más calientes hay que mantener un esquema de nebulización por unos 5 minutos a cada hora para que no se pierdan las hojas. Al paso de esos días, disminuir gradualmente la nebulización hasta una o dos veces al día para sostener el substrato mojado pero sin encharcamiento, y a los 30 días, verificar se ya hubo formación de radículas.

Entre los 60 e 75 días hacer la siembra de los esquejes en envases con substratos abonados con por lo menos 2 litros y mantenerlos en cubiertos con 50% sombra. Esquejes con unas 3 radículas suelen sobrevivir y empezarán a desarrollar la parte aérea.

El plantío en el campo podrá ocurrir unos 100 días después del inicio del proceso. Plantas obtenidas por esqueje forman hojas, flores e zarcillos muy rápido y por lo tanto no podrán tardarse juntas por mucho tiempo ya que sufrirán daños al ser retiradas pues los zarcillos se las entremezclan.

En Embrapa Cerrados ese es el método más empleado para multiplicar las pasifloras silvestres por presentaren mayor rusticidad poco o ningún síntoma de enfermedad en las hojas o talos, e de escasa producción de frutos. Además de ello, tenemos algunos híbridos ornamentales con frutos patenocarpo (sin semillas). En ese caso, no hay ninguna posibilidad de propagación por semilla.

Otro problema recurrente de propagación de pasiflora Silvestre por semillas es la poca información que tenemos sobre esas especies. Aunque haya progreso para aquellas más investigadas y su uso comercial nos lleva a enterarnos lo mucho que tendremos que investigarlas.

En el banco activo de germoplasma 'Flor da Paixão' de Embrapa, el 90% de las especies fueron propagadas por esqueje con suceso. Las demás fueron propagadas por semillas sea por los problemas de sanidad o porque algunas especies forman radículas pero no desarrollan parte aérea.

Cuando se quiere emplear esa técnica para cultivos comerciales, por tratarse de una forma de clonaje (plantas idénticas a la matriz) hay que llevar en cuenta el uso de clones de muchas matrices para sembrarlos en hileras alternadas para garantizar una polinización adecuada a la producción comercial. Clones obtenidos por esqueje tienen una producción muy precoz, pero crecerán menos e tendrán una longevidad bien menor que en un cultivo por semillas. Por ello, el agricultor podrá adensar el cultivo empleando un número de plantas bien mayor por unidad de área.

Propagación por injerto

La propagación por injerto es un sistema diseñado para zonas con altas incidencias de Patógenos u otros problemas de adaptación edáficos, dónde se combina el uso de patrones de pasifloras silvestres nativos o de mejor adaptación climática con rusticidad y resistencia a patógenos con clones de alto valor agronómico e de relevancia económica para la región.

En Brasil, a lo largo de las últimas décadas, el maracuyá ha sido una cultura itinerante debido a la combinación de problemas socio económico agravado por las enfermedades de esos cultivos, pues son pequeños agricultores que emplean bajo aporte tecnológico, o dependen de fuentes de financiación añadido a una demanda fluctuante que no garantiza la remuneración justa del trabajo.

A lo largo de 30 años hemos acompañado el camino recorrido por la cultura del maracuyá en 3 Estados e unas 30 municipalidades. La permanencia entre implantación, apogeo y decadencia se da en un período alrededor de 10 años. Al final, los agricultores abandonan la actividad sea por impagos, precios bajísimos dictados por las industrias, el alto costo de insumos y la muerte precoz provocada por enfermedades como la secadera (fusariosis).

Gracias a la elevación de conocimientos tecnológicos, la organización de productores y la atención dada por empresas gubernamentales o privadas a la cadena productiva, algunas regiones ya consiguieron revertir muchos problemas del sector productivo por el empleo de procesos de propagación como el injerto y la micro propagación de las plantas de sus cultivos u otras estrategias de supervivencia económica (comercialización directa, uso de cáscara y semillas para

la extracción de derivados para la alimentación humana o de animales), la diversificación de productos con la entrada de otras pasifloras en el sistema de comercialización, etc.

Propagación in vitro

Esta es una técnica de clonaje posible cuando se consigue regenerar y modificar células apicales por embriogénesis u organogénesis empleando recursos de la biotecnología. En ese caso, los clones generados podrán estar libres de patógenos pues en laboratorio se consigue aislar y tratar el material propagativo en los medios de cultura de tejidos. Las plantas nacen 100% saludables. Por tratarse de tecnología cara y en carácter investigativo, la propagación in vitro no ha alcanzado la producción en escala en Brasil, siendo entonces empleada solamente en algunas unidades investigativas del país. Está siendo empleada en programas de mejoramiento genético para las pasifloras.

Junquera y Andrade (2007) injertaron ex plantas en patrones de *P. edulis* donde obtuvieron 87% de pegamiento e una longevidad 25% mayor que en testigos propagados por semillas.

Enfermedades del maracuyá en el vivero

Las plántulas del maracuyá (*P. edulis* Sims.) son atacadas por muchos patógenos en condiciones de vivero (hongos, bacterias y virus) tanto en las partes inferiores (raíces) como en las superiores (talos y hojas). Santos Filho y Junqueira (2003) observaron que la muerte precoz del maracuyá (con agente desconocido en la época) era en verdad la asociación de más de un patógeno; virosis de endurecimiento de fruto (PWV) bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*), antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) e verrugosis (*Cladosporium* sp.).

En otras revisiones literarias hechas por Oliveira y Ruggiero (1998) y Junqueira et al. (2005) fueron señaladas algunas especies de pasiflora con potencial fuente de resistencia a los patógenos relacionados, e por lo tanto, recomendados como patrones. En la tabla I se observan los índices de supervivencia en campo entre clones de *Passiflora edulis* con algunos patrones silvestres comparados a plantas testigo de *P. edulis* propagados por semillas durante 2 años e medio de cultivo en región de suelos con alto índice de patógenos.

Tabla I. Índices de supervivencia en campo entre clones de *Passiflora edulis* con algunos patrones de especies silvestres.

Patrón % de supervivencia	Testigo % de supervivencia	Historial de enfermedad	referência
<i>P. gibertii</i> (93%)	<i>P. edulis</i> (0%)	Muerte precoz	Ruggiero (1998)
<i>P. macrocarpa</i> (44%)	<i>P. edulis</i> (5%)	Nematodos de raíces	Yamashiro (1979)
<i>P. nitida</i> (77%)	<i>P. edulis</i> (15%)	Fusariose y otras enfermedades	Ruggiero (1998)
<i>P. setacea</i> (86%)	<i>P. edulis</i> (3%)	Fusariose y otras enfermedades	Ruggiero (1998)

Para evaluar la compatibilidad de patrones para el maracuyá amarillo en situación de vivero como en patrones establecidos en campo, algunas investigaciones fueron conducidas por los expertos señalados en la tabla II.

Tabla II. Resultados para compatibilidad de patrones de maracuyá amarillo en vivero como en patrones establecidos en campo

Patrón	Pegamiento en viveiro	Pegamiento no campo	referência
<i>P. cincinnata</i>	73%	77%	Lima et al. (1999)
<i>P. caerulea</i>	74%	89,3%	Lima et al. (1999)
<i>P. edulis</i>	88%	84%	Stenzel y Carvalho

Comparación de los métodos de propagación

En las Tablas III y IV presentaremos como síntesis las ventajas y desventajas de cada tipo de propagación de pasifloras, siendo que a veces eso se da también con otros cultivos. En la Figura 1 hay fotos de la producción de mudas por semillas, esqueje, injerto e por propagación in vitro

Tabla III. Ventajas y desventajas de propagación por esqueje.

Ventajas	Desventajas
Precocidad; los tejidos ya están maduros y en producción. Hay floración precoz.	Menor vigor; pocas raíces impactan en la producción y resistencia del clon.
Uniformidad de frutos en color, tamaño y calidad de pulpa si usa el mismo clon.	Mayor posibilidad de contaminación del esqueje con patógenos
Preservación genética. Las nuevas plantas mantendrán la misma genética de sus matrices	Alto costo; invernadero, nebulización, hormonas y mayor tiempo en vivero.

Tabla IV. Ventajas y desventajas de propagación por injerto.

Ventajas	Desventaja
Material reproductivo seleccionado y preservado.	Mano de obra “injertador” escasa. Hay que tener mucha habilidad para hacerlo.
Características agronómicas garantizadas	Alto costo en mantener banco de patrones solo para esa función
Rusticidad del sistema radicular de los patrones con estas funciones	Tiempo de formación de las plantas mayor que otras formas de propagación
Menor empleo de agroquímicos	Poca información científica y uso reducido de esa técnica.
Cultivos con alto nivel tecnológico que podrá servir como banco de matrices	Alto costo del proyecto.

Tabla V. Ventajas y desventajas de propagación por semillas.

Ventajas	Desventajas
Facilidad de obtención, transporte y conservación del material propagativo.	Endogamia; la cruce entre parientes dificulta la polinización en los nuevos cultivos.
Tiempo reducido en la formación de las plantas.	Erosión genética; disminución del tamaño, forma, cantidad y calidad de los frutos.
Reducción de costos de implantación de nuevos cultivos.	Alto vigor vegetativo; dificultad en manejo de plagas o enfermedades por la cantidad de hojas.
Almacenaje de semillas; podrá ser mantenido por largo tiempo en condiciones apropiadas.	Producción tardía; las guías productivas no encuentran espacio en la estructura y eso acarrea disminución de su ventana de tiempo productiva.

**Figura 1.** Producción de plantas por semillas, esqueje, injerto e por propagación in vitro.

Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Substratos para propagación del maracuyá

Para sostener la producción de cultivos perennes que demandan uso de materiales propagativos en viveros algunas tecnologías ocurrieron lejos de los viveros pero asimismo impactaron la actividad al punto de mejorar la producción e incluso llegar hacia consumidores más lejanos de las plantas productivas.

Internet ha sido una aliada ya que por la red buscamos las nuevas tecnologías y las incorporamos o las adaptamos a nuestra realidad y por la red ampliamos el número de clientes así como también nos acercamos a sus problemas y juntos conseguimos mantener nuestras actividades.

En 1995 comienzan a fabricar los tubetes rígidos de polietileno primero para atender a silvicultura y después lo adaptamos para el sector frutícola tradicional. Junto a ellos surgieron las bandejas almacigueras para el sector hortícola.

A comienzos del siglo XXI, surge desde China los envases de polietileno para albergar cualquier tamaño de plantas (incluso en fase productiva), según las necesidades del sector y que van de 0,8 a 110 litros de capacidad.

Muchas industrias de substrato poco a poco fueron surgiendo en todas las regiones agrícolas del país, así como máquinas para acelerar el proceso de compostaje, y el agricultor aprendió a emplear mejor esos recursos de su propiedad. Además de ello, por nuestra vocación agrícola, la industria de fertilizantes químicos también acompañó esa evolución presentando nuevos productos específicos para abonar tubetes, el gel para garantizar el pegamento en los surcos y con eso el sector se profesionaliza a diario.

En el afán de imitar al hábitat natural de cada planta, el conocimiento profundizado del cultivo dentro y fuera del vivero, las ventanas climáticas más apropiadas para cada operación, son estrategias que el profesional del vivero lanza, añadido a sus conocimientos sobre las exigencias de cada pasiflora que no son iguales y por lo tanto no habrá un substrato perfecto que atienda a todas. Sin embargo, un profesional adelantado buscará un substrato que;

- a. Sea fácil de hallarse en las cercanías del vivero.
- b. No posee inocuo de hongos, bacterias u otros patógenos
- c. Tenga calidades físicas y si no, sea mezclado con otros materiales también baratos.
- d. Posea buena aireación
- e. Buena capacidad de detener humedad
- f. Libre de semillas de malezas
- g. Granulometría uniforme.

Para uso en semilleros, lechos para esquejes o bandejas, lo recomendable es la Compra de substratos procesados en fábrica, como también añadir arena lavada con granulometría media-na. Pero se vas a usar bolsas de plástico u otros envases mayores a lo mejor, utilice su creatividad para dejar más bajo el costo de producción.

Abonado para substratos

Para garantizarnos un perfecto desarrollo de las plántulas y suceso de los futuros cultivos a causa de pérdidas por lixiviación hacemos las recomendaciones de YAMAZOE, G. que se siguen en las tablas VI y VII.

Tabla VI. Abonado para 1 m³ de substrato para bolsas plásticas o envases.

Cantidad del producto	Nombre comercial	Cantidad del nutriente
750 g	Sulfato de amonio	150 gramos de nitrógeno
3.500 g	Superfosfato simple	700 gramos de fósforo (P ₂ O ₅)
200 g	Cloruro de potasio	120 gramos de potasio (K ₂ O)
1.000 g	calcáreo	360 gramos de Cao magnesio (MgO) y azufre
200 g	FTE BR 12	Mezcla de Bo,Mn,FE,Cu,Zn, Mo

Tabla VII. Abonado para 1m³ de substrato para tubetes, bandejas u otros envases inferiores a 1,0 litro

Quantidade do produto	Nome comercial	Quantidade do nutriente
750 g	Sulfato de amonio	150 gramos de nitrógeno
1.500 g	Superfosfato simple	300 gramos de fósforo (P ₂ O ₅)
200 g	Cloruro de potasio	200 gramos de potasio (K ₂ O)
1.000 g	calcáreo	360 gramos de (Cao) + magnesio (MgO) y azufre
200 g	FTE BR 12	Mezcla de Bo,Mn,FE,Cu,Zn, Mo

En los dos casos, esos elementos deberán ser bien mezclados con todo el contenido y es recomendable añadir agua hasta hidratarse a unos 18% de humedad para después llevar a los envases. Suelos secos caerán por el fondo de las vajillas e mucho húmedos dificulta el relleno.

Referências

- SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Eds.) **Maracujá: Fitossanidade.** (Frutas do Brasil; 32). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 86p.
- OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: RUGGIERO, C. (Ed.) **Maracujá: do plantio à colheita.** Jaboticabal: FUNEP. Anais do 5º Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, 1998. p. 291-310.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças.** In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108
- RUGGIERO, C. **Maracujá do Plantio a Colheita.** São Paulo: Editora FUNEP, 1998. 388p.
- YAMASHIRO, T.; LANDGRAFF, J.H. Maracujá-açu (*Passiflora alata* Ait), porta-enxerto resistente à fusariose do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** p.918-921.
- LIMA, A.A.; CALDAS, R.C.; CUNHA, M.A.P.; SANTOS FILHO, H.P. Avaliação de porta-enxertos e tipos de enxertia para o maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 21: 318-321, 1999.
- STENZEL, N.M.C.; CARVALHO, S.L.C. Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) enxertado sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 14: 183-186, 1992.
- YAMAZOE, G.; VILAS BÔAS, O. **Manual de pequenos viveiros florestais.** São Paulo: Páginas & letras Editora e Gráfica, 2003. 120p.

CAPÍTULO 8

Tecnología de Plántulas de Maracuyá a través del Injerto Hipocotiledonar



Tecnología de plántulas de maracuyá a través del injerto hipocotiledonar

Eduardo Augusto Girardi¹; Onildo Nunes de Jesus¹; Taliane Leila Soares²; Lucas Kennedy Silva Lima³

El maracuyá se destaca como una de los principales frutales del Brasil. La producción en 2016 fue de 554.598 mil toneladas en 41.090 mil ha (14,10 t ha⁻¹), siendo el Nordeste responsable por el 69,6% de esta producción (IBGE, 2018). En este escenario, el estado de Bahía ocupa posición de liderazgo, respondiendo por el 30,80% de la producción brasileña y el 39,63% del área plantada.

Las áreas cultivadas con el maracuyá se forman a partir de la propagación vía sexual y vienen presentando reducción en su longevidad, principalmente debido a los problemas fitosanitarios que alcanzan el sistema radicular. Entre ellos se destaca la fusariosis o marchitez de maracuyá, causada por los hongos *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae* e *F.solani*, que ocurre en diversas regiones productoras de Brasil, afecta la productividad del cultivo y genera pérdidas económicas y sociales. La importancia de la fusariosis se ve agravada por el hecho de que el patógeno es capaz de sobrevivir en el suelo por largos períodos por clamidósporas (Agrios, 2005) y no existe hasta el momento cultivares comerciales de maracuyá amarillo con resistencia genética a estos hongos.

El uso del injerto en el maracuyá con especies silvestres resistentes o tolerantes a enfermedades es una técnica que ya ha sido relatada por diversos autores (Silva et al., 2005; Corrêa et al., 2010; Nogueira-Filho et al., 2010; Nogueira-Filho et al., 2011; Roncatto et al., 2011a,b; Cavichioli et al., 2011a,b) y es apuntada como estrategia de manejo para patógenos habitantes del suelo como la fusariosis, aunque presentase otras ventajas, como resistencia a la sequía, rusticidad proveniente de la combinación copa y porta-injerto (Nogueira Filho, 2003; Nogueira Filho et al., 2005). Várias especies de *Passiflora* poseen resistencia a los principales patógenos del suelo, como: *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora gibertii* N. E. Brown., *Passiflora caerulea* L., *Passiflora nitida* Kunth, *Passiflora macrocarpa* Linden, *Passiflora quadrangularis* L. y *Passiflora setacea* DC (Fisher et al., 2003; Cavichioli et al., 2011a,b; Roncatto et al., 2011a,b).

Uno de los problemas limitantes para el uso de las especies silvestres de *Passiflora* sería el diámetro del tallo de las plántulas obtenidas por semillas, dificultando la operación de injerto. Una alternativa para solucionar este problema sería el injerto en estacas enraizadas, pues además de presentar un diámetro mayor que las plántulas, las estacas presentan la ventaja de la clonación, otorgando mayor uniformidad a las plantas obtenidas (Chaves et al., 2004). Las especies, a ejemplo de *P. quadrangularis*, *P. alata* y *P. macrocarpa* poseen tallos con un diámetro equivalente al de la especie comerciales (*P. edulis*), facilitando así el injerto. En otras especies los tallos son finos

¹Pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura, CEP: 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil. E-mail: eduardo.girardi@embrapa.br; onildo.nunes@embrapa.br; ²Pós-doutorado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP: 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil. E-mail: talialeila@gmail.com. ³Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000, Brasil. E-mail: lucas18kennedy@gmail.com

(Bruckner et al., 2002) y, por lo tanto, incompatibles con el diámetro de los brotes que se obtienen en plantas adultas. Este hecho dificulta la injertación, aumenta el costo de producción y el tiempo requerido para la formación de la planta (Siqueira e Pereira, 2001). Para evitar la incompatibilidad de los diámetros de las partes involucradas en el injerto, se recomienda la técnica de injerto hipocotiledonar (Lenza et al., 2009; Corrêa et al., 2010; Nogueira Filho, et al., 2010; Cavichioli et al., 2011a; Nogueira Filho et al., 2011; Roncatto et al., 2011a; Santos et al., 2011).

Las investigaciones recientes se están llevando a cabo en la Embrapa Mandioca e Fruticultura con el propósito de evaluar el crecimiento y la supervivencia de las plantas de maracuyá amarillo obtenidas por injerto hipocotiledonar (Santo et al., 2016), utilizando tres tipos de fijadores para envolvimiento de la región de la injerto (Figura 1a-c). El injerto se realizó 55 días después de la siembra de las mudas (Figura 2 e 3). Plantas injertadas en *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. alata* e *P. cincinnata* presentaron promedios de supervivencia de 100, 97,8, 95,7 y 92,7%, respectivamente (Figura 4). Los resultados obtenidos son corroborados por los de Corrêa et al. (2010), que observaron el 100% de la adhesión en la combinación de *P. edulis* injerto en sí mismo y el 98,8% para la injerto sobre *P. gibertii*.

El porcentaje de supervivencia de injertos no fue influenciado por los porta-injertos y fijadores de injertos (Figura 3 e 4) evidenciando que todos los fijadores utilizados en este trabajo pueden ser utilizados de forma eficiente en la unión entre la copa y el porta-injerto de maracuyá. A pesar de que la mayoría de los trabajos utilizan cinta adhesiva tipo crepé (Figura 3b) e incluso cinta plástica transparente para injerto hipocotiledonar del maracuyá, el uso de grapas como fijadores (a ejemplo de las grapas a resorte y metálico) es una actividad poco explorada a pesar de la mayor practicidad en el uso de esos fijadores en el proceso de injerto (Figura 3 c, d).

El injerto hipocotiledonar en maracuyá fue evaluado con diferentes especies y condiciones de cultivo de las plantas, resultando en un elevado porcentaje de supervivencia y crecimiento de los injertos. En este tipo de injerto, en general se adopta la técnica de tajado de arriba en hendidura llena (Figura 2c), lo que facilita bastante el proceso de injerto. Además del elevado pegamiento, otras ventajas incluyen la rapidez para multiplicar las plantas injertadas y la posibilidad de usar copas o brotes-tallos obtenidas de plántulas recién germinadas, por lo tanto, con variabilidad genética y libres de patógenos sistémicos, condiciones importantes para el futuro huerto de maracuyá. Por otro lado, el injerto hipocotiledonar requiere entrenamiento del operador, por la pequeña dimensión de los propágulos, así como un ambiente que evite la deshidratación de los tejidos hasta que la cicatrización de la injerto esté completa, lo que puede obtenerse usando bolsas plásticas o estructura construida para ese fin (Figura 4a). Con respecto al desempeño de las mudas injertadas por esa técnica, su crecimiento en el campo es satisfactorio, conforme la combinación copa y porta-injerto y condiciones de cultivo (Lima, 2018).

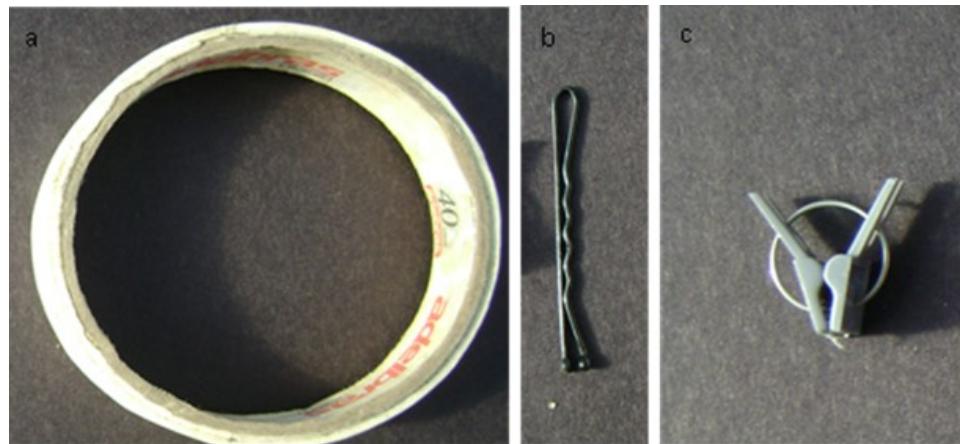


Figura 1. Cinta crepe (A), grapa metálica de pelo (B) y grapa de injerto (C).

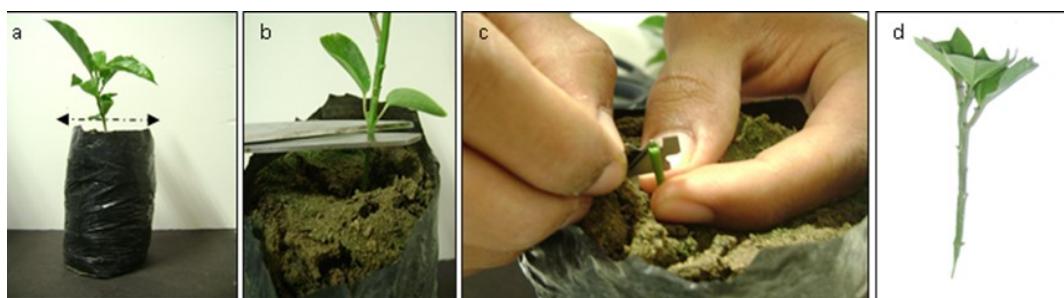


Figura 2. (A), corte transversal del porta-injerto en la región de las hojas cotiledonares (B), corte en hendidura en el tronco del porta-injerto con estilete (C) aspecto de la variedad utilizada como copa en forma de, cuña (D).



Figura 3. Aspecto del injerto en forma de cuña e insertado en el porta-injerto (A), región del injerto protegida con cinta adhesiva tipo crepe (B); región de la injerto protegida con clip de injerto al muelle (C); región de la injerto protegida con clip metálico de pelo (D).

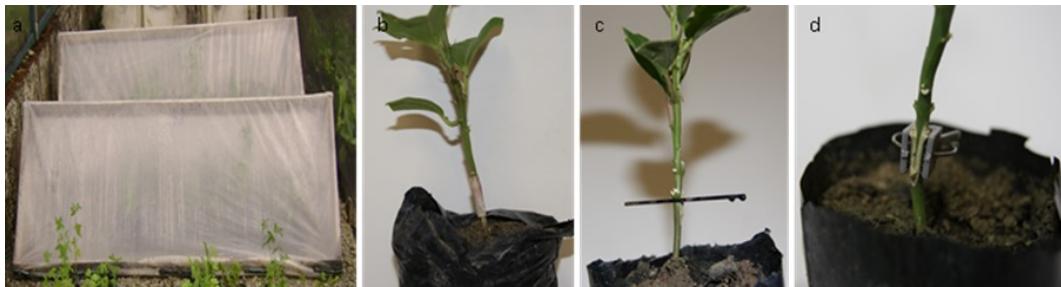


Figura 4. Cámara húmeda para el almacenamiento de las plantas después de la injertación (A), plantas mostrando una región de injertación con cicatrización 90 días después de injertada con cinta crepe. (B), gancho de cabello (C) y gancho de mola (D).

Referências

- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5. ed. Amsterdam, 2005.
- BRUCKNER, C.H.; MELETTI, L.M.M.; OTON, W.C.; ZERBINI JÚNIOR, F.M. Maracujazeiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 373-409.
- CAVICHIOLI, J. C.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 558-566, 2011a.
- CAVICHIOLI, J. C.; CORRÊA, L. S.; GARCIA, M. J. M.; FISCHER, I. H. Desenvolvimento, produtividade e sobrevida 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.
- CHAVES, R. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MANICA, I.; PEIXOTO, J. R.; PEREIRA, A. V.; FIALHO, J. F. 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.; CAVICHIOLI, J. C.; OLIVEIRA, J. C.; BOLIANI, A. C. Uso de câmara úmida em enxertia convencional de maracujazeiro-amarelo sobre três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 591-598, 2010.
- FISCHER, I. H. **Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da "Morte Prematura" do maracujazeiro, causada por Nectria haematococca e Phytophthora parasitica**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D.A. C.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; BORGES, T.A.; ANDRADE, S.R.M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaca e enxertia em estacas herbáceas de Passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 97-100, 2006.
- LIMA, L. K. S. **Especies de Passiflora e sua combinação de enxertia no manejo da fusariose**. 2018. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.
- LIMA, L. K. S., SOARES, T. L., DE SOUZA, E. H., DE JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Initial vegetative growth and graft region anatomy of yellow passion fruit on *Passiflora* spp. rootstocks. **Scientia horticulturae**, v. 215, p. 134-141, 2017.
- NOGUEIRA FILHO, G. C. **Enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro-amarelo em diferentes espécies de passifloras silvestres**. 2003. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- 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. 647-652, 2010.
- NOGUEIRA FILHO, G.C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C.; MALHEIROS, E.B. 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.; RUGGIEIRO, C.; OLIVEIRA, J.C. de; MALHEIROS, E.B. Propagação vegetativa do maracujazeiro-conquista de novas adesões. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 341-358.

RONCATTO, G. et al. Aspectos vegetativos de combinações copa/porta-enxerto em maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p.791-797, 2011a. SANTOS, V. A. et al. Tipos de enxertia em diferentes idades de plantas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p.1359-1363, 2011.

RONCATTO, G.; ASSIS, G. M. L.; OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S. Aspectos vegetativos de combinações copa/porta-enxerto em maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 791-797, 2011b.

SANTOS, C.H.B.; CRUZ NETO, A.J.; SOARES, T.L.; OLIVEIRAI, E.J.; JESUS, O.N.; GIRARDI, E.A. Porta-enxertos e fixadores de enxertia para enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro azedo. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 30-35, 2016.

SILVA, F.M.; CORRÊA, L.de S.; BOLIANI, A.C.; SANTOS, P.C. Enxertia de mesa de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. sobre *Passiflora alata* Curtis, em ambiente de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.98-101, 2005.

SIQUEIRA, D. L. de; PEREIRA, W.E. Propagação. In: BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. (Ed.). **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 85- 137.

CAPÍTULO 9

Preparación del Suelo y Tratos Culturales de las Pasifloras



Preparación del Suelo y Tratos Culturales del Maracuyá

¹Raul Castro Carriello Rosa, ²Jamile da Silva Oliveira, ²Fábio Gelape Faleiro

Introducción

El maracuyá es una planta exigente en fertilidad del suelo, porque presenta crecimiento vigoroso y con gran producción de frutos y debido a eso es una planta que exige un suministro adecuado de nutrientes, siendo el nitrógeno (N) y el potasio (K) los nutrientes más exportados por la cosecha (Haag et al., 1973). Para ello se hace necesaria una corrección adecuada de la acidez y fertilidad del suelo, además de un sistema de riego adecuado.

Para una mejor conducción del huerto de maracuyá, además de una adecuada corrección de la acidez y fertilidad del suelo, se hace necesario, la adopción de prácticas que direccionen las plantas para una mayor producción de frutos de calidad. Entre estas prácticas se destacan la elección de un espaciamiento adecuado, ahoyado y podas. Todas estas prácticas se realizan teniendo en cuenta las características de la región productora.

La cultura del maracuyá presenta un desempeño diferenciado con el uso de la poda (HAFLE et al., 2009) y ese desempeño puede variar de un año productivo a otro (HAFLE et al., 2012). Albuquerque et al. (2009) constataron que plantas podadas, por emitir nuevas ramas, producen una mayor cantidad de fruto por área.

La elección criteriosa y sistemática de las prácticas de cultivo, ciertamente conduce a una mayor productividad y la obtención de frutos de mejor calidad. Además de la productividad, factor más importante en el cultivo del maracuyá, la elección correcta de los tratos culturales puede aumentar la longevidad del huerto, que también puede resultar en economía y mayor producción y rentabilidad para el fruticultor. Dentro de este contexto, ese documento busca relatar de forma sucinta algunas prácticas indispensables en el cultivo del maracuyá.

Corrección de acidez y fertilidad

El maracuyá requiere suelos livianos como los arenos-arcillosos, profundos, con pH entre 5 y 6,6 y suelos bien drenados pues cuando no se ha utilizado porta-injertos resistentes, lo mismo presenta gran susceptibilidad a pudriciones de raíces. En términos de necesidades nutricionales el maracuyá presenta mayor demanda de nutrientes a partir del inicio del florecimiento (BORGES e LIMA, 2009).

El maracuyá presenta un orden creciente de extracción de nutrientes del suelo, siendo:

¹Embrapa Agrobiología, 23891000 - Seropédica, RJ, Brasil; ²Embrapa Cerrados, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil

Macronutrientes: N > K > Ca > S > P > Mg

Micronutrientes: Mn > Fe > Zn > B > Cu

Para atender las necesidades nutricionales del maracuyá es necesario determinar los contenidos de nutrientes del suelo. La corrección de la acidez y la fertilidad del suelo deben realizarse de acuerdo con el análisis del suelo. Después de la elección del área para plantío, se deben realizar los muestreos del suelo para análisis químico, tomados en las profundidades de suelo 0-20 cm y de 20-40 cm. La cantidad de muestras a ser tomadas variará de acuerdo con la homogeneidad del área a ser cultivada, lo ideal es la confección de mapas de variabilidad y conductividad eléctrica del suelo.

El corrector debe ser incorporado en toda área, a través de una arado y de un gradado y, si no es posible la incorporación en área total, es necesario la incorporación en la línea del plantío, aplicándose el correctivo en surcos. Cuando se recomienda la corrección, se debe hacer preferentemente con la utilización de material calcáreo dolomítico que contiene Ca y Mg.

La utilización de abonos orgánicos es una práctica utilizada para mantener la productividad del cultivo y que tiene efectos benéficos en las propiedades físicas, químicas y principalmente biológicas del suelo. Según Primavesi (1988), la materia orgánica como fuente de fertilización del suelo suministra sustancias intermedias en su descomposición, que pueden ser absorbidas por las plantas, aumentando su crecimiento. Otra información que refuerza la importancia de las fertilizaciones orgánicas en la calidad de los cultivos agrícolas es el aumento en la capacidad de intercambio catiónico (CIC), de la agregación de sustancias de crecimiento, además de los minerales añadidos por el estiércol o el residuo vegetal.

Las cantidades a aplicar pueden variar según el tipo de abono a aplicar, el tipo de suelo y la fertilidad del suelo. Se pueden utilizar estiércol de corral, estiércol de pollo (cama de pollo), entre otros. Se debe dar preferencia a compuestos orgánicos disponibles en la región o en la propiedad, viabilizando económicamente el transporte hasta el huerto.

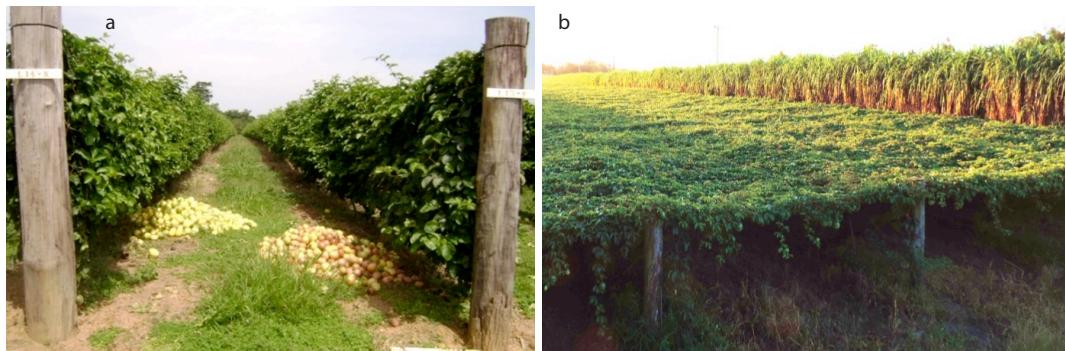
Distancias de siembra, apertura de hoyos y tutorado.

El espaciamiento entre plantas puede variar de 1,5 m a 5 m, siendo que existe una tendencia actual de los productores a utilizar espaciamientos más reducidos, resultando así, en plantíos más densos. Esta reducción es para concentrar la producción en el primer año y cerrar más rápidamente el huerto. El espaciamiento entre filas puede variar de 1,5 a 3 metros, dependiendo del porte de las máquinas y equipos a ser utilizados en los tratos culturales y de la utilización o no de cultivos intermedios.

Las hoyos deben ser hechos con dimensiones de 40 cm de ancho, de longitud y de profundidad. Los hoyos se pueden hacer manualmente o con ayuda de una perforadora mecánica. La tierra retirada en la abertura del foso debe separarse en las partes inferior y superior. La parte supe-

rior debe colocarse en el fondo del hoyo y la parte inferior debe colocarse en la parte superior del hoyo después de mezclarse con abono orgánico (estiércol) y una formulación química con macro y micronutrientes basada en el análisis del suelo. En el momento de la siembra, se debe abrir sólo una pequeña fosa suficiente para que se coloque la plántula. Se debe tener cuidado para que la región del colecto de la planta no quede por debajo del nivel del suelo después del plantío.

Como el maracuyá es una planta de enredadera, para el establecimiento del huerto será necesario algún tipo de soporte para el desarrollo de las plantas. En huertos comerciales el sistema más utilizado es el de la espaldera, aunque el cultivo en emparrado también puede ser utilizado (Ruggiero et al., 1996) (Figura 1).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 1. El sistema de tutorado de las plantas en espaldera (a) emparrado (b).

El sistema de espaldera se puede hacer utilizando madera de eucalipto tratada. Los tensores deben tener entre 14 y 16 cm de diámetro; las estacas intermedias de 6 a 8 cm. El alambre galvanizado nº12 debe quedar de 1,8 a 2,0 metros de altura en relación al suelo. La distancia mínima entre muros debe ser de 30 metros y entre las estacas debe ser de 5 metros. Los márgenes deben ser clavados a una profundidad de 0,7 a 1,0 metros.

Podas

Las podas en el cultivo del maracuyá presentan gran importancia para la formación de la planta y también para todo el ciclo productivo. Cuando se realiza al inicio del cultivo, la poda tiene por función conducir la planta de acuerdo con el sistema de conducción utilizado (COELHO et al., 2010). Cuando la poda se realiza en las ramas productivas tiene la función de mejorar las condiciones fitosanitarias, aumentar la vida útil del huerto (ALMEIDA, 2012), y principalmente tiene la función de preparar la estructura de la planta para mejorar las características productivas como calidad de fruto y productividad (HAFLE et al., 2012).

Las podas de formación del maracuyá, principalmente en el sistema de espaldera, son prácticas muy importantes en el manejo del cultivo. Después de la siembra, las plántulas del maracuyá

pueden emitir varias brotaciones laterales que necesitan ser removidas cada 15 días, dejando sólo la guía principal, la cual debe ser conducida por una cuerda de algodón o vástago de madera hasta el alambre superior espadera o emparrado. Al llegar al hilo de alambre superior, la punta de la guía debe ser cortada para emitir las ramas secundarias que deben ser conducidas hasta encontrar las ramas secundarias de las plantas vecinas. En ese momento, las ramas secundarias son podadas nuevamente para formar las ramificaciones terciarias, éstas, que son responsables de la gran parte de la producción de flores y frutos. La Figura 2 ilustra las ramas primarias, secundarias y terciarias de una planta de maracuyá conducida en espaldera.

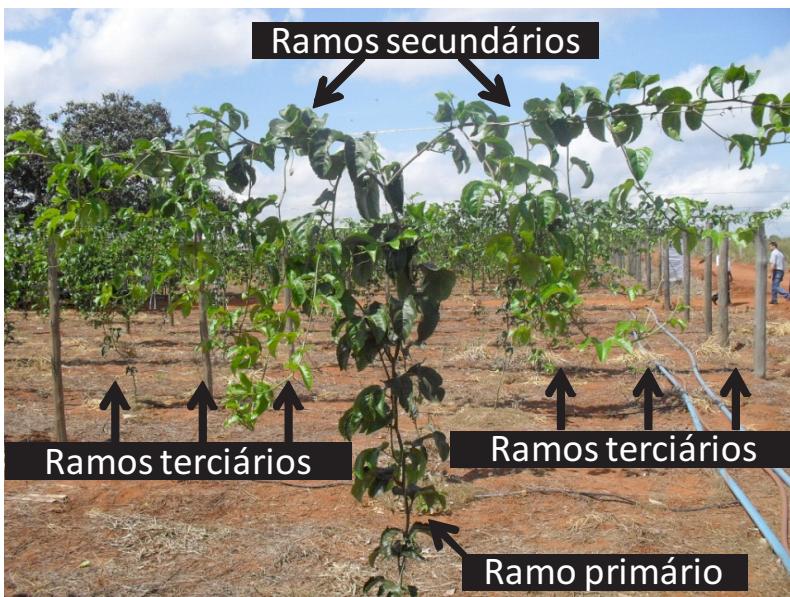


Foto: Fábio Gelape Faleiro

Figura 2. Planta de maracuyá que se forma por medio de las podas, evidenciando las ramas primarias, secundarias y terciarias. .

Las ramas terciarias no deben alcanzar el suelo, de modo que deben ser podados a aproximadamente 30 cm del suelo. Esta poda es llamada 'poda de la falda del maracuyá' y sirve para evitar el contacto de las ramas con el suelo y también para estimular la emisión de ramas cuaternarias que también son responsables por la producción de flores y frutos.

Además de la formación, la poda cuando se realiza en ramas productivas también presenta gran influencia sobre la fisiología de la planta. La poda de fructificación tiene por función disminuir la masa vegetativa, permitiendo una mayor aireación e incidencia solar (ALMEIDA, 2012). La poda también permite que ocurra mayor florecimiento y mayor tasa de fijación de frutos, pues la baja luminosidad influye de forma negativa sobre estos (CAVICHIOLI et al., 2006).

Los beneficios de las podas en el cultivo del maracuyá son incalculables pues permiten una formación adecuada de la planta para cerrar el huerto para equilibrar la parte vegetativa y re-

productiva, además de posibilitar mejor aireación y las condiciones fitosanitarias de las plantas, implicando en la reducción de costos en el control de plagas. Sin embargo, en regiones con elevada incidencia de enfermedades, como la virosis, fusariosis y bacteriosis, el uso de las podas de las ramas secundarias y terciarias no está siendo utilizada, evitando así la apertura de heridas para tales enfermedades y también la diseminación de las enfermedades por medio equipos utilizados en las podas.

Un factor de importancia en la poda es determinar cuál es la intensidad que la misma podrá realizarse, y eso dependerá de cada situación en particular. Hafle et al. (2012) destacan que plantas en las que se dejan menos ramas y con longitud menor, a pesar de producir menos, presentan mejor calidad de fruto. Albuquerque et al. (2009) también destacan que plantas podadas con más de tres yemas por rama presentan mayor rendimiento de pulpa y mayor productividad, sin embargo, presentan menor tamaño medio de fruto.

Fertilización de formación y producción

El maracuyá es una planta que tiene producción continua de flores y frutos, por lo que el cuidado con la nutrición de la planta es muy importante. Además de la fertilización de plantación, los fertilizantes de formación y de producción deben realizarse periódicamente, lo ideal es que estos fertilizantes se realicen con base en el análisis foliar.

La aplicación de los nutrientes puede ser realizada vía suelo, foliar y también utilizando sistemas de fertirrigación. Resende et al. (2008) presentan una buena revisión sobre manejo del suelo, nutrición y fertilización del maracuyá ácido. En la ausencia del resultado del análisis foliar, los fertilizantes para formación o de cobertura, se pueden realizar a los 20, 40, 60, 90 y 120 días después de la siembra utilizando un formulado NPK en las proporciones de 20-00-20, siendo aplicados 10, 20, 40, 60 y 100 gramos, respectivamente. También se pueden aplicar 100 gramos de sulfato de amonio y 50 gramos de cloruro de potasio cada 45 días.

En la aplicación de abonos vía suelo, los mismos deben ser distribuidos en una franja de unos 20 cm alrededor y distante unos 10 cm del tronco, aumentando gradualmente esa distancia con la edad del huerto, como consecuencia del desarrollo del sistema radicular. En los huertos con más de 90 días de implantación, la aplicación de la fertilización, debe ser realizada en círculo o en rango, siempre con anchura mayor de 20 cm y distantes de 20 a 30 cm del tronco, donde están las raíces de mayor absorción de agua y nutrientes.

Para el maracuyá ácido se han registrado resultados positivos en cuanto a la nutrición mineral de plantas (CAVALCANTE et al., 2008), calidad de frutos (CAVALCANTE et al., 2007) y productividad (CAVALCANTE et al., 2012a; 2012b).

Irrigación y fertirrigación

En cuanto al consumo de agua, el maracuyá es extremadamente exigente en agua para completar su ciclo. Por contener sistema radicular poco vigoroso, el cultivo puede presentar problemas en cuanto a baja disponibilidad de agua, pudiendo haber caída de hojas, flores y frutos. La demanda de agua puede variar entre 800 y 1750 mm bien distribuidos a lo largo del año (BORGES y LIMA, 2009). Evaluando la evapotranspiración de la planta de maracuyá ácido, Souza et al. (2009) constataron que el cultivo necesita de 1.489,3 mm de lámina de agua año y 5,81 mm día-1, siendo que el auge del consumo fue durante la fase de floración-fructificación.

Para alcanzar una alta productividad en el cultivo del maracuyá, el uso del riego es de gran importancia. Existen varios sistemas de riego que pueden ser utilizados, tales como: goteo, microaspersión, aspersión convencional y pivote central. La elección del sistema dependerá de la disponibilidad de agua, de la disponibilidad del equipo de riego y del costo del sistema y de su mantenimiento.

El sistema de goteo es el más ampliamente usado y recomendado por gastar menos agua, presentar menor costo y no mojar las hojas, evitando de esa forma mayores problemas con enfermedades foliares. Normalmente se utilizan dos goteros con caudal de 4 litros / hora por planta, colocados a ambos lados de la planta y a 30 cm del pie de la planta adulta. Para dimensionar el sistema, se debe considerar el consumo máximo de 64 litros de agua por planta cada dos días. En el manejo del riego, se debe considerar siempre el tipo de suelo, el clima y las exigencias de las plantas de maracuyá, para definir la cantidad adecuada del agua a ser aplicada. El uso de plástico (película *mulching*) junto con el sistema de riego por goteo puede ahorrar mucho el agua necesaria para la irrigación del maracuyá (Figura 3).



Fotos: Fábio Gelape Faleiro

Figura 3. Uso del plástico (película *mulching*), sistema de goteo y fertirrigación en el cultivo del maracuyá.

La posibilidad de utilizar el sistema para realizar la fertirrigación (Figura 3) ha sido de gran utilidad en el cultivo del maracuyá (Sousa et al., 2001). La fertirrigación cuando bien conducida puede contribuir a disminuir las pérdidas de N por lixiviación, promover el uso más eficiente de los fertilizantes y consecuentemente el aumento de la productividad de los cultivos. Con ello, a

través de esa técnica, el nutriente puede ser suministrado en mayores cantidades en la época de mayor demanda por la cultura. Con la fertirrigación, se debe hacer siempre después de la aplicación de la fertilización, una aplicación de cinco gramos de ácido fosfórico por planta para el suministro de fósforo a la planta y también hacer la limpieza del sistema de riego.

Consideraciones finales

La producción de pasifloras es una de las inversiones que ejerce gran atractivo en los fruticultores, esto se debe, entre otras características, al retorno rápido de la inversión inicial. En regiones con condiciones favorables del clima, la posibilidad de producción de frutas durante todo el año y generación de ingresos en áreas relativamente pequeñas son los puntos que más atraen a agricultores para la actividad.

Debido a este gran potencial de la pasicultura es importante que los agricultores adopten técnicas mínimas de cultivo que seguramente aumentar la productividad y calidad de los huer- tos. Entre estas técnicas, la adecuada preparación del suelo y los tratos culturales son de gran importancia. Otras informaciones sobre este tema pueden ser obtenidas en Faleiro y Junqueira (2016), Rosa et al. (2017) y Borges y Rosa (2017)..

Referências

- ALBUQUERQUE, I. C. et al. Efeito de diferentes podas em ramos produtivos no rendimento do maracujazeiro amarelo. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 577-593, 2009.
- ALMEIDA, R. F. Características da poda em maracujazeiro. **Revista Verde**, v. 7, n. 5, p. 53-58, dez. 2012.
- BORGES, A. L.; LIMA, A. A. Maracujazeiro. In: Crisóstomo, L. A.; NAUMOV, A. (Org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade**. Frutíferas Tropicais do Brasil, Fortaleza-CE: Embrapa Agroindustria Tropical, p.166-181, 2009.
- BORGES, A.L.; ROSA, R.C.C. Nutrição mineral, calagem e adubação. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização**. Brasília-DF: Embrapa, 2017. p.115-150.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrients and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, v.63, n.1, p.27-36, 2008.
- CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; MIRANDA, J. M. S.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characteristics of tropical and non-conventional fruits. In: VALVEZ, B. (Org.). **Food industrial processes - methods and equipment**. Rijeka: InTech, 2012b. v.1, p.1-16.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.35, n.2, p.176-191, 2012a.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.15-19, 2007.
- CAVICHIOLI, J. C.; et al. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p. 92-96, 2006.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, maio/jun. 2010.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília-DF: Embrapa, 2016. 341 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BORDUCCHI, A. S.; SARRUGE, J. R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.30, p.267-279, 1973.

HAFLE, O. M.; et al. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.763-770, 2009.

HAFLE, O. M.; et al. Rendimento de pomar de maracujazeiro-amarelo após diferentes manejos de podas de renovação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 7, n. 2, p. 280-285, 2012.

PRIMAVESI, A. M. Manejo ecológico de solos. São Paulo: Nobel, 1988. 137 p.

RESENDE, A. V.; SANZONOWICZ, C.; SENA, M. C.; BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G. **Manejo do solo, nutrição e adubação do maracujazeiro azedo na região do Cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. 34 p. (Documentos, 223).

ROSA, R.C.C.; JESUS, O.N.; BORGES, A.L.; GIRARDI, E.A. Plantio e tratos culturais. JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização**. Brasília-DF: Embrapa, 2017. p.151-176.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURINGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. C.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília-DF: Embrapa SPI, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas Frupe, 19).

SOUZA, M. S. M. et al. Evapotranspiração do maracujá nas condições do vale do curu. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.11-16, abr./Jun, 2009.

SOUZA, V. F.; BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; VELOSO, M. E. C.; OLIVEIRA, A. S.; AGUIAR NETTO, A. O. **Irrigação e fertirrigação do maracujazeiro**. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 32).

CAPÍTULO 10

Sistema de Conducción y Calidad de los Frutos de las Pasifloras



Sistema de Conducción y Calidad de los Frutos de las Pasifloras

Ana Maria Costa¹; Raul Rosa², Sonia Maria Costa Celestino³; Kelvin Luiz de Moraes⁴

Introducción

Brasil es rico en pasifloras, siendo encontradas en el ambiente natural y en cultivos domésticos, creciendo cerca de cercas, muros, sobre pérgolas o cerca de las residencias. Las especies silvestres más frecuentes en los ambientes domésticos son: *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora setacea* Decandole, *Passiflora tenuifila* Killip y *Passiflora cincinnata* Mast. y generalmente son cultivadas por la belleza de las flores, calidad de los frutos y para usos medicinales. Mientras que en los cultivos comerciales la especie predominante es la *P. edulis*, popularmente denominada por maracuyá ácido en Brasil, y en menor escala se tiene, la producción del *P. alata* y *P. setacea*, producidas para atender al mercado de pulpa / jugo y de frutos en fresco y en el caso de *P. edulis* y *P. alata*, también al mercado de fitoterapéuticos y cosmético.

Las pasifloras, en su mayoría, poseen el hábito de crecimiento trepador, con mayor o menor robustez de las ramas de acuerdo con la especie. En el ambiente natural, las plantas se encuentran desarrollándose en pleno sol y en lugares con sombreado ligero. Generalmente la base del tallo y suelo están protegidos de los rayos solares y la parte aérea toma parcial o totalmente las copas de los árboles. Por lo tanto, en el ambiente natural se pueden encontrar creciendo cerca de árboles, formaciones rocosas, o incluso formando molitas sobre otras plantas. En el ambiente doméstico se encuentran en huertos, cercas, muros, pérgolas o cerca de las residencias.

La distribución de las ramas afecta la exposición de las hojas, flores y frutos al sol, así como la circulación de aire y humedad del microambiente ocupado por la planta, lo que a su vez afectan aspectos de productividad y de calidad de los frutos.

El capítulo tiene la finalidad de presentar y discutir algunos de los tipos de conducción de especies de passiflora y la influencia de la conducción en la calidad de los frutos y hojas desde el punto de vista nutricional y presencia de bioactivos.

Cultivo comercial de las Pasifloras

Los cultivos comerciales de pasifloras se realizan generalmente en espaldera o en pérgolas. La elección de uno u otro tipo de conducción depende de la especie, de la disponibilidad de mano de obra y nivel tecnológico que se pretende adoptar en los cultivos.

¹Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil

En virtud del hábito de crecimiento, la planta debe ser tutorada hasta el alambre y distribuida de forma que presente una arquitectura más adecuada para maximizar la productividad. Por lo tanto, conforme la conducción la planta puede o no recibir podas para favorecer la ventilación y la insolación.

La elección del tutor (hilo o bambú) depende de la especie de passiflora, disponibilidad del material en la propiedad y viento en la región de cultivo. Generalmente, pasifloras con vástagos finos y poco significados al inicio del desarrollo, tienden a sufrir con la acción del viento, siendo más recomendable el uso de tutores menos flexibles como el bambú ó guadua. Es el caso de la *P. setacea* y *P. tenuifila*. Por otra parte, *P. edulis* y *P. alata*, que presentan tallos más resistentes, pueden ser conducidos con la ayuda de cuerdas.

Cultivo en espaldera

Los cultivos en espaldera son más apropiados en las situaciones donde la planta exige tratamientos culturales intensivos, por ejemplo, polinización artificial y aplicación constante de productos foliares para fertilización o control de plagas y enfermedades. Es el sistema más utilizado en la producción de *P. edulis* en Brasil.

Cultivo en 1 hilo

El cultivo comercial de la especie *P. edulis* se realiza principalmente en espalderas con un hilo, siendo la planta conducida con podas periódicas para la formación de la cortina de producción de frutos (Figura 1 a y b).

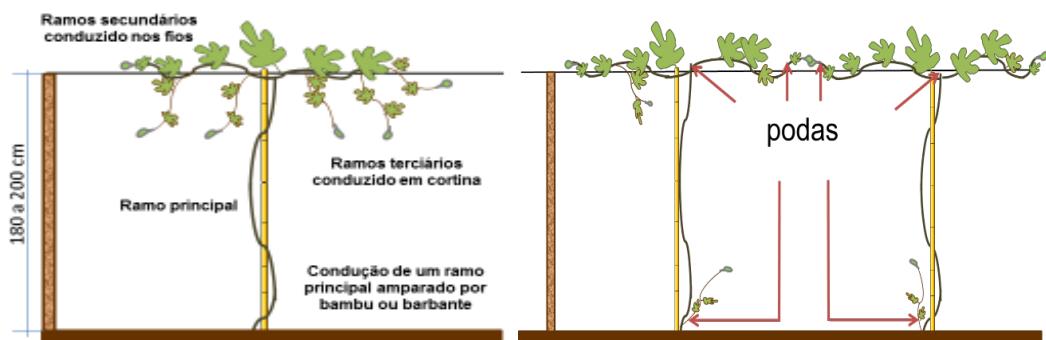


Figura 1. Conducción de passiflora en espaldera con un hilo. a) Indicación de las ramas. b) Indicación de las podas para la formación de la cortina de producción de frutos.

En ese tipo de cultivo, la rama principal es conducida hasta el hilo, tutorado por un cordón o bambú, siendo eliminadas las asas ladronas que por ventura vienen a brotar a partir del pie de la planta. Al llegar al hilo, se promueve la poda de la yema apical permitiendo la brotación de dos vástagos laterales, denominados de ramas secundarias (Figura 1 b). Las ramas secundarias son conducidas en el hilo, siendo realizada la poda en los puntos de encuentro de una planta con otra.

Las ramas terciarias, provenientes de las brotaciones de las ramas secundarias, forman la cortina de fructificación. Para mantener el cultivo aireado es común la retirada de los zarcillos de las cortinas de fructificación. La práctica minimiza la incidencia de enfermedades (fúngicas y bacteriosis) y facilita el acceso de agroquímicos a los follajes y frutos, pues sin los zarcillos no hay el entrelazamiento de las ramas. Sin embargo, considerando la carencia de mano de obra en las áreas rurales brasileñas, los agricultores han optado por no realizar ese tipo de manejo.

Cultivo en 2 o más hilos.

La elección del cultivo en dos a seis hilos se ha mostrado más adecuada cuando la especie presenta ramas más delicadas o con mucha masa de ramas y hojas como en el caso de las especies *P. tenuifolia* y *P. setacea*.

En el caso de plantas con ramas pesadas, la distribución de las ramas en más hilos evita que el hilado del esparcimiento ceda con el peso, minimizando la necesidad de colocación de escoras (maderos) después del plantío establecido.

En la situación de plantas con ramas delicadas, la distribución en 3 o más hilos permiten mayor apoyo y favorece la exposición solar, lo que contribuye a la ganancia en la productividad.

En cultivos con más hilos, se recomienda que la rama principal sea conducida hasta el hilo superior, y las brotaciones laterales en los hilos secundarios. Sin embargo, se recomienda que se mantenga 2 o 3 ramas principales, en lugar de sólo uno, en el caso de pasifloras con ramas frágiles, pues garantiza que al menos una rama sobreviva y alcance el hilo superior.

En el caso *P. setacea*, por ejemplo, por ser una planta más frágil al inicio del desarrollo y con gran masa foliar cuando se desarrolla en relación a *P. edulis*, se recomienda el mantenimiento de 2 a 3 ramas principales hasta el hilo superior a la conducción en al menos 3 hilos (Figura 2).

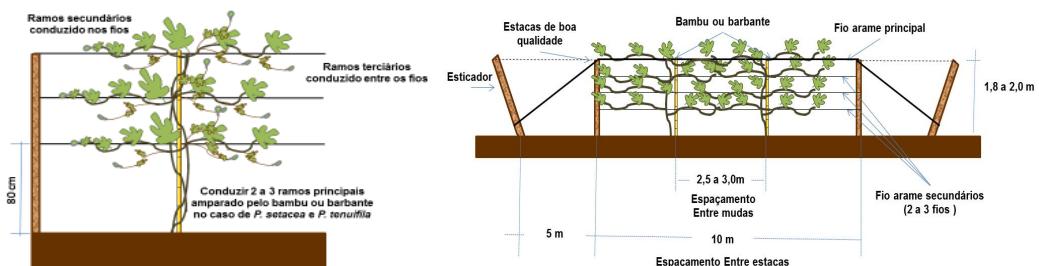


Figura 2. Conducción de pasifloras en espaldera con tres y cuatro hilos. Cortina de producción ocurre en las ramas terciarias nuevas o ramas cuaternarias (Ana Costa).

Ya en la situación *P. tenuifolia*, por ser una planta de ramas delicadas y muy susceptibles al viento, se recomienda que el cultivo se haga en 4 a 6 hilos.

En los cultivos de *P. setacea* en espaldera, la actividad de poda se restringe a la retirada de ramas secas y no productivas.

Es recomendable mantener las ramas aproximadamente unos 50 a 80 cm lejos del suelo para facilitar la cosecha de los frutos. Para ello, las ramas bajas deben ser llevadas hacia arriba de la espaldera. En general, el trabajo se realiza cada 45 días a 60 días, dependiendo de la etapa productiva de la planta. A pesar de la ganancia de peso en la espaldera el procedimiento garantiza mayor productividad al cultivo. La poda drástica es recomendable solamente en cultivos más antiguos (con más de 5 años) y debe ser seguida de fertilización de cobertura, preferentemente por medio de la aplicación de estiércol bovino curtido, conforme recomendación dada por el análisis químico del suelo.

Cultivo en pérgolas ó emparrados

La conducción en pérgolas es apropiada para las especies que necesitan mayor exposición de las flores a los polinizadores, que presenten frutos sensibles a la quema por sol, o que sean sensibles al viento.

Se trata de un sistema no recomendado para especies que exigen aplicaciones constantes de insumos foliares o que necesiten de polinización artificial debido a la dificultad de realización de esas actividades.

Las ramas principales son tutoradas con la ayuda de bambú o cordón hasta alcanzar el alambre (Figura 3). Las brotes secundarios, y las terciarias se conducen en las hiladas del alambrado. La cortina de producción está formada por las ramas terciarias y cuaternarios.

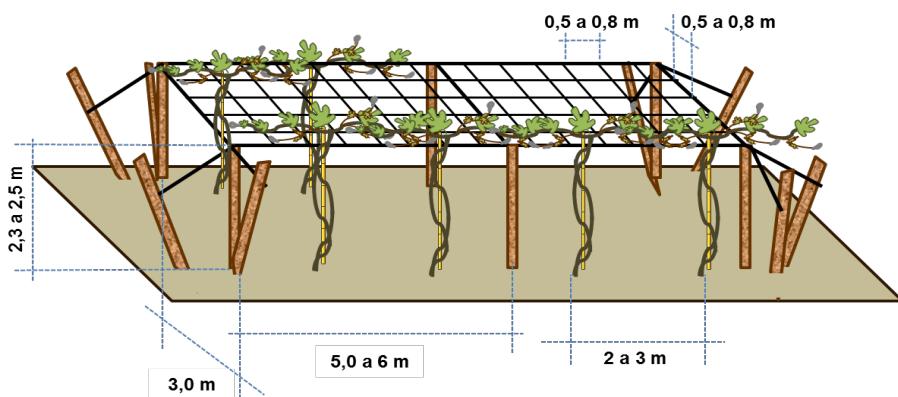


Figura 3. Dimensiones y distribución de las ramas en el emparrado (Ana Costa).

Como el teclado de alambre tiene la altura promedio de 2,3 a 2,5m, la conducción de las ramas es facilitada por el uso de varillas, como se muestra en la Figura 4.

Con el aumento del peso en el alambrado por cuenta de la ganancia de masa por la planta, la estructura tiende a ceder, en general, alrededor de medio metro, lo que normalmente es suficiente para permitir la recolección manual de los frutos y la realización del trabajo de limpieza de ramas no productivas y ramas secas del emparrado (poda).



Fotos: Ana Costa

Figura 4. A y B) Detalles de la conducción de las ramas con varilla. C) Ramas terciarias y cuaternarias conducidas en el alambrado del emparrado.

Las podas de limpieza no son necesarias en especies de rama poco densa, como en el caso de *P. alata*. Sin embargo, son esenciales en los cultivos de especies con ramas pesadas y densas, a ejemplo del *P. setacea*. La actividad comprende la retirada de hojas y ramas secas para permitir que los frutos se desarrolle en el interior del emparrado sin que queden retenidos por las ramas.

La poda de limpieza comprende la retirada de ramas no productivas, ramas y hojas secas para evitar que los frutos maduros queden retenidos por el ramaje y no caigan al suelo (Figura 5).



Fotos: Ana Costa

Figura 5. Cultivo de *Passiflora setacea* BRS PC em latada (A) plantio com 2 anos de idade sem poda de limpeza; b) latada após poda de limpeza; (C) Poda drástica; (D) ramagem aberta para permitir a descida dos frutos.

Las podas de limpieza deben ser realizadas semanalmente, por lo tanto, al optar por ese tipo de conducción es necesario evaluar económicamente si la ganancia de la producción compensa el gasto con mano de obra de mantenimiento.

En las situaciones donde existe carencia de mano de obra en el campo, la opción es realizar podas drásticas que comprende la remoción de las ramas terciarias y cuaternarios de la planta antes del inicio de la floración, que en el DF corresponde al final de marzo a principios de abril. El procedimiento debe ser acompañado de fertilización de cobertura, preferentemente con estiércol bovino curtido, como indicativos dados por el análisis de suelo.

Como en la poda drástica la planta existe la pérdida de las ramas productivas, la planta generalmente vuelve a producir frutos seis meses después de la poda.

Conducción de la Planta y Calidad Física, Fisico-Química y Presencia de Bioactivos en Frutas

En los cultivos de passiflora destinados a la industria del jugo, cuyos precios pagados al productor son más bajos en relación al mercado de frutos en fresco, es deseable que el productor procure reducir los costos de producción y aprovechar al máximo los insumos aplicados en los cultivos.

Una estrategia que puede ser utilizada para ello es la producción de passiflora en consorcio con cultivos que permitan la formación de tutores vivos y cultivos integrados con otras culturas.

La Figura 6 A y B muestra un área de producción integrada de maracuyá, café y teca que aprovechó el cultivo de la teca (arbóreo) como tutor para la conducción de la maracuyá y para promover el sombreado del café. Según los productores que utilizan el sistema, no se nota diferencias en la productividad del maracuyá en el primer año de producción del maracuyá, sin embargo, a medida que el sombreadamiento aumenta, se observa una reducción gradual de la productividad en el rango del 30% en el segundo año y 50 % en el tercer año.

La Figura 6C, D y E muestra un cultivo de café en etapa final de producción que fue aprovechado por el productor rural como soporte vivo para la conducción del maracuyá perla (C y E) y maracuyá ácido. Según el productor, no se utilizó suplementación de nutrientes para el cultivo de los maracuyás, considerando la alta fertilidad del área como consecuencia de los insumos aplicados al café. También hubo el aprovechamiento del sistema de riego para el suministro de agua para los dos cultivos.

De acuerdo con el relato del productor, en algunas áreas fue posible, además de las pasifloras, la cosecha del café de la planta utilizada como soporte, lo que aumentó la rentabilidad de los cultivos.

Conducción de la planta y calidad física y fisicoquímica de la pulpa

En los cultivos en emparrados las ramas, hojas y flores tienden a quedar más expuestas al sol que en los cultivos en espaldera, y los frutos tienden a quedar más protegidos, evitando quemaduras que provocan pérdida de calidad producto (Figura 6).

Los estudios realizados por Costa y colaboradores (2014a) con el *P. setacea* BRS PC mostraron que la conducción en emparrado es de 15 a 20% más productiva, en el primer año de cultivo, que los cultivos en espaldera. La producción de *P. alata* conducida en emparrado llega a ser hasta un 80% más productiva que los cultivos en espalderas y generan frutos de mejor calidad (Costa et al 2016). A pesar de que no existen resultados experimentales para otras especies de passiflora, relatos de productores indican que cultivos de *P. edulis* sin polinización artificial conducidos en emparradoss también serían más productivos que los cultivos en espaldera. Se atribuye el aumento de la productividad a la arquitectura de la planta, que a su vez favorece los procesos fotosintéticos y acumulación de nutrientes y la mejor exposición de las flores a los polinizadores.

En términos de composición físico-química de la pulpa, no se verificaron variaciones significativas en términos de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (ATT), pH y el balance entre SST / ATT (ratio), entre los cultivos en latas y esparcillas (COSTA, et al., 2014b).



Fotos: Fábio Faleiro (A); Ana Costa(B, C, D)

Figura 6. Exposición de ramas, hojas y frutos en cultivos en emparrados y espalderas. A) Vista superior de una pérgola de *Passiflora setacea*; B) Cultivo de *Passiflora setacea* en espaldera - detalles del sombreado de las ramas; C) Frutos de *Passiflora tenuifolia* presentando señales de quemá por sol B) Frutos de *Passiflora setacea* protegidos por el sombreado de la pérgola.

Sin embargo, variaciones en las propiedades físico-químicas de la pulpa se observaron en cultivos de variedades de *Passiflora edulis* Sims, como consecuencia de variaciones en los niveles de incidencia solar. Los cultivos sombreados por consorcio con mandioca presentaron frutos con más ácidos y con menor SST, sin que hubiera un compromiso de los índices de ratio considerados adecuados para la cultura del maracuyá (COSTA et al, 2008 a, b).

Consideraciones finales

El tipo de conducción interfiere sustancialmente en la calidad física del fruto y la productividad, sin embargo la opción por un sistema u otro dependerá la disponibilidad de mano de obra en la propiedad para conducir los cultivos, el balance entre el costo y el beneficio de la aplicación de la tecnología, el precio del fruto pago al productor y el nivel de exigencia en el mercado.

Referencias

- COSTA, A.M; MORAIS, K.L.M; SANTOS, F.E.. Influência do tipo de condução na produção do maracujá silvestre BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*). In **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Cuiabá-MT. 2014a.
- COSTA, A.M; MORAIS, K.L.M; CELESTINO, S.M. Influência do tipo de condução na produção e características físico-química do maracujá silvestre BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*). In **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Cuiabá-MT. 2014b.
- COSTA, A.M; SILVA, D.C; JUNQUEIRA, N.T.V. FALEIRO, F.G.; BRANDÃO, L.S.; CAMPOS, A.V.S., SANTOS, A.L.B. SILVA, K.N, BELLON, G.; TUPINAMBÁ, D.D. FARIA, D.A. Efeito do sistema de produção nas propriedades físico-química dos frutos *Passiflora edulis* BRS Ouro Vermelho. **IX Simpósio Nacional Cerrado II Simpósio Internacional Savanas Tropicais**. Anais simpósio. 2008 (a).
- COSTA, AM; COHEN, KL; TUPINAMBÁ, DD; BRANDÃO, LS; SILVA, DC; JUNQUEIRA, NTV. Propriedades físicas e físico-químicas de maracujás cultivados nos sistemas orgânicos e convencional, em consorcio com mandioca. **Comunicado Técnico 158**, Embrapa Planaltina-DF. p. 6, 2008 (b).

CAPÍTULO 11

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Maracuyá



Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Maracuyá

¹Jamile da Silva Oliveira, ¹Fábio Gelape Faleiro, ¹Nilton Tadeu Vilela Junqueira, ²Cristina de Fátima Machado, ²Raul Castro Carriello Rosa

Introducción

El maracuyá es atacado por varias plagas y enfermedades causadas por hongos, bacterias, por virus y similares, que afectan el sistema radicular y la parte aérea (SANTOS FILHO e JUNQUEIRA, 2003; MACHADO et al., 2017). Por eso es necesario la inversión en tecnologías de prevención y control que resulten en menor incidencia de plagas y enfermedades, además del fomento de programas de mejoramiento genético que generen cultivares con mayor tolerancia o resistencia, aumentando así la vida útil de los huertos y resultado en frutos más bonitos, que generan un mayor ingreso para el productor y mayor satisfacción del consumidor final.

La cultura del maracuyá, así como otras culturas, carece de un manejo fitosanitario adecuado, especialmente siguiendo los principios de manejo integrado, siendo este un gran desafío para los profesionales y productores de maracuyá. La integración de los métodos de control y su uso consciente, respetando el medio ambiente y el consumidor debe ser un objetivo constante de los responsables técnicos y de los productores (Figura 1).



Figura 1. Asociación de métodos de control dentro de los principios del manejo integrado de plagas y enfermedades.

Una identificación correcta de las plagas y enfermedades, el conocimiento de su epidemiología y de los principales métodos de control es fundamental para que se adopte la mejor estrategia de manejo. La búsqueda de informaciones y orientación técnica es importante para convivir y vencer los diversos agentes causales de las principales molestias que acomete el maracuyá. En este contexto, este documento busca presentar, de forma sintética, las principales plagas y enfermedades del maracuyá y los principales métodos de control.

Principales Plagas

Las orugas-de las-hojas

Las orugas *Dione juno juno* y *Agraulis vanilae vanilae* causan daños económicos en maracuyá, debido a las defoliaciones y corte de las brotaciones nuevas pudiendo provocar la muerte de la planta, resultando así en menor productividad y rentabilidad. En pequeñas áreas se indica el control por remoción y eliminación manual de los huevos y orugas (FANCELLI, 1999), ya en áreas mayores se recomienda el uso de productos químicos registrados para la cultura.

Ácaros

Hay el ácaro blanco -*Polyphagotarsonemus latus*, que es prácticamente invisible a simple vista y los ácaros rojos - *Tetranychus mexicanus*, *T. desertorum* y *T. mariana* que se conocen como ácaros de tela. Estos ácaros se desarrollan en colonias, en la cara inferior de las hojas, donde tejen una gran cantidad de tela. Tenemos también el ácaro-plano - *Brevipalpus phoenicis* que no teje tela y se puede encontrar en las dos caras de la hoja, preferentemente en la cara inferior y en las brotaciones nuevas.

El ataque de los ácaros puede ocurrir a cualquier edad del maracuyá. Las hojas cuando son infestadas, presentan inicialmente una clorosis y, posteriormente, se vuelven necróticas y caen; las ramas cuando son atacadas, se secan y mueren del extremo a la base. Atacan brotes, causando deformaciones en las hojas y nervaduras, haciéndolas retorcidas y malformadas. Las hojas no se desarrollan completamente, sufren posteriormente un bronceado generalizado, principalmente en su cara inferior, y pueden llegar a caer.

Las infestaciones ocurren durante todo el año, sin embargo son más intensas en los períodos en que la temperatura y la humedad son más altas. Los ácaros rojos atacan en la cara inferior de las hojas, provocan la aparición de manchas blanquecinas o plateadas, que posteriormente se secan y en la cara opuesta al lugar de ataque, empiezan a surgir áreas bronceadas. Las hojas intensamente atacadas se secan y caen;

Para todos los ácaros, el desarrollo es favorecido en períodos de altas temperaturas y de baja incidencia de lluvias. El control debe realizarse con el monitoreo, inspeccionando periódicamente el huerto, para detectar los síntomas y la presencia de los ácaros; también el control biológico

co natural por la presencia de enemigos naturales, destacándose ácaros predadores conocidos como fitoseídos. Cuando la población de los ácaros es muy elevada puede ser necesario realizar el tratamiento con acaricida específico, indicado por profesional.

Chinchas

En la fase adulta y ninfal, los chinches subisionan la savia de las plantas. Las ninfas atacan los botones florales y frutos nuevos, mientras que los adultos pueden subisionar las hojas, ramas y frutos en cualquier fase de desarrollo. Al alimentarse de los botones florales nuevos y frutos, éstos caen, y los mayores se marchitan y arrugan, reduciendo el valor comercial de los frutos que se destinarán al mercado en fresco (FANCELLI, 1999). Se puede recomendar la remoción y destrucción de las posturas, ninfas y adultos para pequeñas áreas, mientras que para grandes cultivos es indispensable el uso de insecticidas.

Áfidos

Los áfidos *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, son insectos de apariencia delicada, midiendo aproximadamente 2 mm de longitud (*M. persicae*) y 1,3 mm (*A. gossypii*). La forma áptera de *M. persicae* es de coloración verde clara y la alada es verde, con la cabeza, la antena y el tórax negros. *A. gossypii* presenta coloración variable del amarillo al verde oscuro. *M. persicae* y *A. gossypii* son especies comúnmente relacionadas como transmisores de virosis a las plantas cultivadas. Atacan plantas en desarrollo, causando deformaciones foliares. Son responsables de la transmisión de virosis, como endurecimiento de los frutos del maracuyá y mosaico del pepino.

El control se realiza con monitoreo del huerto, con el objetivo de conocer la fluctuación de la población de pulgones en el lugar de la siembra. Si se requiere la aplicación de insecticidas, se recomienda consultar a un profesional de confianza para indicación de productos de bajo impacto ambiental y que sea selectivo a las abejas y enemigos naturales.

Cochinillas

La cochinilla blanca es una especie polífaga. La hembra adulta es de coloración rosada amarillenta, midiendo aproximadamente, 0,8 a 0,9 mm de longitud por 1,2 a 1,3mm de ancho, siendo protegida por un caparazón blanco de forma circular con cerca de 2 a 2,5 mm de diámetro. Estos insectos se alimentan de la savia de la planta, causando atrofiamientos, defoliación y muerte de las plantas, afectando la productividad.

El control debe ser efectuado con el monitoreo del huerto, chequeando e identificando la fluctuación poblacional de las cochinillas; se debe realizar el control cultural, se recomienda poda de ramas infestadas y de las cochinillas y el control biológico natural realizado por parásitoides y predadores.

Broca del bastago o de los tallos

Las larvas de *Philonis passiflorae* y *P. obesus* que atacan las ramas de la planta, obstruyendo la circulación de la savia e imposibilitando el desarrollo de la planta hasta la emergencia del insecto adulto, además de causar la caída de los frutos antes de la maduración. En el caso de infestación en masas, se recomienda la poda y quema de las ramas atacadas, con inspecciones periódicas en el huerto para detener la plaga.

Las moscas de la fruta

Anastrepha spp. oviposita en los frutos aún verdes, en los que las larvas se desarrollan hasta completar el estadio larval pudiendo dañar la pulpa de los frutos, haciéndolos inapropiados para el consumo. Los frutos con desarrollo avanzado no completan la maduración y se marchitan, reduciendo la renta de los productores. En el control, la captura y entierro de los frutos atacados ayudan en la reducción de las moscas de las frutas.

Abeja o irapuana

Esta es una de las principales plagas del maracuyá en algunas regiones y está asociada a cultivos próximos a bosques. Además de atacar el botón floral y perjudicar la polinización y fructificación, impide las visitas por los abejorros carpinteros que son los principales agentes polinizadores. Su acción puede provocar serios daños en el huerto, acarreando muchas veces la reducción drástica de la producción. El principal método de control de *Trigona spinipes* es la ubicación y destrucción de su nido que, generalmente, se encuentra en algún árbol alto, en las inmediaciones del plantío de maracuyá (GALLO et al., 2002).

Abeja *Apis mellifera*

Las abejas africanizadas visitan las flores de maracuyá, pero además de no polinizar la flor, esas abejas las dañan cortando el nectario para robar el néctar, cargan las estructuras masculinas enteras (anteras) e incluso dificultan las visitas de las abejas carpinteras (*Xylocopa* spp.), que son las principales polinizadoras del maracuyá ácido. A *A. mellifera* recolecta polen y néctar de la flor antes de su apertura, reduciendo la atracción de los abejorros. Esto perjudica la polinización, pues disminuye la fructificación. Los daños causados a la flor pueden resultar en el aborto de los frutos, causando perjuicio al agricultor por utilizar los recursos ofrecidos por la flor (polen o néctar), sin generar ningún beneficio para la flor como la polinización.

Tripes

Os tripes são pequenos (0,5 mm a 5,0 mm), os adultos são de coloração escura e as ninfas são inicialmente de cor branca-amarelada. São encontrados nos botões florais, frutos pequenos e na face inferior das folhas, hastes e gemas apicais. Alta temperatura e baixa umidade do ar são

condições climáticas muito favoráveis à ocorrência de altas infestações da praga. Atacam folhas, botões florais e frutos novos, causando a deformação das folhas, queda de botões florais e lesões superficiais nos botões florais e na casca dos frutos novos, diminuindo seu crescimento e qualidade. O controle pode ser realizado com monitoramento do pomar, visando o conhecimento da população do inseto; deve-se usar o controle biológico através de parasitas e predadores.

Escarabajo de la flor de la maracuya

En la forma adulta *Brachypeplus* sp. es un escarabajo negro de cuerpo alargado, coloración que varía de negro marrón oscuro. Las larvas alcanzan hasta 5 mm de longitud. Los adultos se encuentran en grandes cantidades moviéndose en las flores del maracuyá. La hembra coloca los huevos en la base del pétalo de la flor. Las larvas se alimentan de polen, anteras y ovarios de las flores. En infestaciones severas, ocasionan la caída de las flores. Los frutos atacados se vuelven deformados y oscurecidos. Las larvas abandonan los frutos y empapan en el suelo, cerca de las plantas atacadas. Se recomienda el control biológico natural realizado por predadores. Y si es necesario el control con insecticidas, se recomienda consultar profesional para indicación de productos de bajo impacto y selectivo a los enemigos naturales de los insectos plaga.

Nematodos

Nematodos de las agallas (Meloidogyne sp.)

La infestación se caracteriza por la formación de nodulaciones oentumecimientos denominados "agallas". Los maracuyás parasitados poseen un sistema radicular poco desarrollado, lo que dificulta la absorción de agua y de nutrientes del suelo. Con ello, las plantas reducen el crecimiento y presentan amarillamiento en las hojas y posterior caída prematura de las mismas; las plantas pueden presentar marchitez incluso sin haber déficit hídrico.

Nematodo-reniforme (Rotylenchulus reniformis)

Se caracteriza por la reducción del volumen radicular, en la parte aérea, los síntomas se asemejan a deficiencia nutricional o con problemas relacionados a la compactación del suelo. En el campo, el daño ocurre en los remolques, generalmente en áreas más grandes en relación con los daños causados por otros nematodos. Por lo tanto, sólo por medio de un diagnóstico su ocurrencia puede ser confirmada. El síntoma de su presencia puede ser observado por medio de la observación de capa de tierra adherida a las masas de huevos que se producen externamente al cuerpo de la hembra.

Para el control del nematodo de las agallas (*Meloidogyne* sp.) Se debe realizar la rotación de cultivo. Para el nematodo-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) el control es complicado, pues, éste sobrevive por más tiempo en la ausencia de hospederos. La rotación de cultivo puede

ser recomendada. Sin embargo, el período de rotación depende de la densidad de población del nematodo presente en el área. El uso de plántulas sanas en áreas exenta de fitonematodos debe ser adoptado como una medida preventiva. La utilización del control con nematicidas en maracuyá es restringido. Su uso debe ser prescrito y acompañado por un profesional capacitado. Se recomienda que se haga el monitoreo de la población de nematodos en el suelo así como el nivel de daño en las raíces antes y después de su aplicación.

Principales enfermedades

Tumbado o mela

Causada por *Pythium aphanidermatum*, *P. ultimum*, *Phytophthora parasitica*, *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp., esta enfermedad ocurre en la fase de formación de la plántula (siembra). Los patógenos causantes del tumbado o mela pueden actuar en pre o post-emergencia de las plántulas, siendo más común el segundo caso. La enfermedad causa daños considerables bajo condiciones de humedad y sombreado excesivo; o cuando existe inóculo en el suelo del lugar de instalación de la siembra, así como en el sustrato. El control puede ser realizado adoptando algunas medidas como: control del agua de riego (cantidad y calidad), se debe evitar el exceso de sombreado. Además, es importante la utilización de sustrato o suelo libre de patógenos, vasos y tuberías deben estar limpios y libres de restos de suelo.

Antracnosis

Es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz cuya ocurrencia es favorecida por humedad alta y lluvia abundante. Ataca todas las partes de la planta, sobre todo las hojas, ramas jóvenes, zarcillos y frutos. El hongo sobrevive en restos de cultivo y en la propia planta de una estación a otra, lo que aumenta la severidad en el segundo año de cultivo (VIANA et al., 2003). En las hojas, las manchas inicialmente miden cerca de 5 mm con formatos circulares, rodeadas por bordes verde oscuro que, más tarde, se juntan formando enormes lesiones arrugadas, ocupando más del 30% de la hoja. En las ramas, se observan lesiones alargadas que se transforman en cánceres, exponiendo el tejido del leño, con la muerte de las agujas. En los frutos, las lesiones son deprimidas, con pudrición seca provocando arrugamiento precoz de la parte aérea atacada, donde se observan fructificaciones del patógeno de color negro.

Septoria

Causada por el hongo *Septoria passiflorae*. Los síntomas de la enfermedad ocurren en flores, frutos, ramas y principalmente en hojas. En las hojas, surgen lesiones necróticas pardo-claras, circulares a irregulares, que pueden ocurrir dispersas o coalescidas por todo el limbo foliar. En la superficie de las lesiones, lisas al principio, posteriormente se pueden observar, a simple vista, numerosas punteaduras oscuras, correspondientes a los cuerpos de fructificación (picnidios)

del hongo. En condiciones de mucha humedad, en lugar de lesiones necróticas típicas, ocurren áreas acuosas indefinidas. Las lesiones de las flores son similares a las que ocurren en las hojas. En ramas muy jóvenes, las lesiones son pequeñas, acuosas, irregulares, circulares a alargadas, pudiendo provocar el anulamiento de la rama, causando marchitez y muerte del puntero. La enfermedad puede causar intensa defoliación y caída de frutos, resultando en el secado de ramas y hasta la muerte de la planta. Como medida de control, se recomienda evitar el adensamiento de las plántulas en condiciones de vivero y también una asociación de métodos de control en las condiciones de campo.

Costra, roña o verrugosis

Es una enfermedad causada por el hongo *Cladosporium herbarum* Link. Puede afectar toda la parte aérea de la planta, principalmente tejidos en fase de crecimiento, lo que refleja negativamente en el desarrollo y la producción. En los frutos, la acción es más destructiva, apareciendo formaciones del tipo corcho que se juntan en varias áreas del fruto originando verrugas salientes, disminuyendo el valor comercial de frutas en fresco. Las principales medidas preventivas a ser adoptadas en regiones de ocurrencia de la verrugosis son: adopción de un mayor espaciamiento entre plantas; podas sistemáticas de limpieza, con remoción de ramas y frutos afectados; programación de limpieza del huerto. Los productos a base de tebuconazol y sulfato tribásico de cobre se indican para el control.

Pudrición del cuello

La enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*. Al aparecer la marchita, las hojas quedan amarillentas sin turgencia, y caen enseguida. Los síntomas de marchitez son consecuencia de una podredumbre seca y corticosa observada en el cuello de la planta, donde los tejidos se vuelven intumecidos, con grietas e, internamente, la corteza se presenta marrón-rojiza con los tejidos firmes y adheridos al cambio. La parte interna de los tejidos leñosos presenta una coloración oscura. La muerte de la planta es lenta. El patógeno prefiere suelos arcillosos, pesados, encharcados, con áreas ricas en materia orgánica. En condiciones de campo, ocurre mayor incidencia de la podredumbre del tallo a temperaturas entre 26°C a 30°C asociadas a la humedad relativa en torno al 85%.

Para el control, se recomienda utilizar semillas sanas y plántulas de viveros idóneas; buen drenaje del suelo; aislar el área focal, eliminar plantas enfermas; en el trasplante del material de siembra al campo, ubicar en la posición correcta la plántula, es decir, la región del cuello (transición entre el sistema radicular y el tallo) debe estar en el nivel de la superficie del suelo.

Secadura o fusariasis

La marchitez de fusarium es una enfermedad de gran importancia para el maracuyá, porque causa irremediablemente la muerte de las plantas infectadas, pues no existe el control curativo.

La marchitez ocurre en los remolques, es decir, en pequeños o grandes focos distribuidos al azar en la cultura, lo que es característico de patógenos del suelo. Cuando las condiciones son favorables a su diseminación, todo el huerto puede ser rápidamente comprometido. Suelos arenosos y pobres en fósforo permiten una rápida diseminación de la enfermedad (VIANA et al., 2003). Causada por los hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *passiflorae* Purss o *Fusarium solani* Mart, la enfermedad se caracteriza por síntomas de marchitez y secado de hojas como consecuencia de las lesiones necróticas que se forman en las raíces y en el cuello de la planta o por la obstrucción e impermeabilización de los vasos del xilema (LIMA; CUNHA, 2004).

El control se realiza por medio de la siembra en suelos poco arenosos y con buen drenaje. Se deben evitar áreas recién deforestadas, mantener la supervisión periódica en el cultivo, eliminar plantas enfermas y en las dos próximas en el sentido radial, usar fertilización con nitratos y menores cantidades de fertilización con potasio. Para el control genético se recomienda el uso de porta-injerto resistente, como selecciones inmunes de las especies *Passiflora foetida*, *P. nitida*, *P. alata* y *P. gibertii*.

Chancro-bacteriano o Bacteriosis

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* afecta a toda la parte aérea de la planta, con infección localizada y sistémica. Los síntomas localizados se restringen a las hojas, y los sistémicos ocurren desde las nervaduras foliares hasta los tallos más finos. El uso de semillas sanas, siembras en áreas no contaminadas y abonos equilibrados son formas de control cultural. El control químico preventivo puede ser obtenido mediante productos registrados para el cultivo y el control químico curativo es muy difícil. Los productos alternativos como inductores de resistencia y sulfato de calcio se han utilizado con éxito (JUNQUEIRA et al., 2013).

Marchitez Bacteriana

Es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*. Después de la penetración, la bacteria coloniza los tejidos de la planta causando obstrucción de los vasos de conducción de la savia. Impidiendo que se desplase, el agua y los nutrientes que no llegan a las células, entonces las raíces se pudren por falta de nutrientes, la planta se marchita y muere. La penetración en el huésped ocurre por heridas, que pueden ser las afectaciones; mecánicas causadas por labores culturales, nematodos o incluso las grietas en los puntos de surgimiento de raíces secundarias.

Para el control, se recomienda utilizar semillas y plántulas sanas, con siembras evitando época de humedad excesiva y temperatura elevada; Evitar siembras en áreas ocupadas anteriormente con solanáceas; Mantener el área de plantación libre de plantas invasoras; reducir siempre que sea posible el tránsito en las áreas focales; evitar prácticas que causen lesiones en la planta; la plantación hecha en suelos bien drenados e irrigación bien manejada, evitando el exceso.

Virus del endurecimiento de los frutos

La enfermedad es causada por los virus *Cowpea aphid borne mosaic virus* – CABMV o *Passion fruit woodness virus* – PWV. Los síntomas aparecen en las hojas y los frutos, y las plantas tienen su tamaño reducido y su productividad disminuida. Los síntomas iniciales aparecen en las hojas nuevas con alternancias de verde oscuro con verde claro formando un mosaico. En las hojas más viejas se observan síntomas de distorsión del limbo, burbujas, rugosidades y el mosaico presenta alternancias del verde con el amarillo. En los frutos ocurre distorsiones, áreas con mosaico, rugosidades y disminución en su tamaño.

La principal forma de diseminación se da por los áfidos (pulgones) siendo los principales las especies (*Mizus persicae* y *Aphis gossypii*) y con relatos en Brasil de otras especies (*Uroleucon ambrosiae* y *Aphis solanella*). Otras formas de diseminación se dan por medio de plantulas contaminadas (incluso asintomáticas), herramientas usadas para poda y desbrote de las plantas. No existe registro de transmisión por las semillas.

Para el control se toman medidas preventivas: usar plántulas sanas, eliminar las malas hierbas hospedadoras, arrancar las plantas enfermas y destruirlas, instalar el vivero lejos del área de producción y protegerlo con tela antiafídica. En áreas con historia de la enfermedad, preferir la siembra con "plántulas grandes", o sea, plántulas mayores producidas en casas de malla antiáfidos. En las áreas de plantación, se deben erradicar los huertos viejos e improductivos; desinfectar con agua sanitaria, las herramientas usadas durante la ejecución de las labores culturales (poda, desbrote, etc.); uniformizar la época de siembra del maracuyá en la región productora, para evitar huertos de diferentes edades; conducir las plantas con los tratos culturales adecuados (reducción de espaciamiento, fertilización, riego, polinización continua).

Virus del mosaico del pepino

Es causada por el virus *Cucumber mosaicvirus* – CMV. Las plantas exhiben mosaico severo y puntuaciones de amarillo intenso en las hojas. Los síntomas se muestran como mosaico, anillos y semi-anillos de coloración amarilla intensa, que a veces se juntan ocupando buena parte de la hoja foliar. Pueden ocurrir punteaduras cloróticas en las regiones de las nervaduras, llegando a pequeñas deformaciones en las hojas. Los frutos se vuelven diminutos, endurecidos y deformados.

El CMV es transmitido por áfidos, pero, en Brasil, no se sabe las especies que lo diseminan en el maracuyá. La trapoeraba (*Commelina* sp.) es hospedera del CMV y un peligro potencial para la diseminación de la enfermedad.

El control debe ser preventivo: utilizar plántulas sanas, mantener el huerto limpio de plantas invasoras, limpiar y desinfestiar los utensilios de poda, y uso de rotación de cultivo.

Virus del mosaico-Amarillo

Causada por el virus *Passion fruit yellow mosaic virus* – PYMV. La enfermedad ocurre solamente en Brasil y ya fue encontrado en los Estados de Río de Janeiro y Pernambuco. En las hojas, los síntomas son mosaico amarillo brillante asociado al blanqueamiento de las nervaduras foliares. Las plantas infectadas presentan menor productividad. El virus es transmitido por el escarabajo *Diabrotica speciosa* y mecánicamente por medio de herramientas usadas en las labores culturales (poda, desbrote, etc.). El control preventivo es limpiar y desinfestar los utensilios de poda y desbrote, además del uso de plántulas sanas y rotación de cultivo.

Virus del blanqueamiento de las nervaduras - Virus-del-maracuyá-púrpura

Causada por el virus *Purple granadilla mosaic virus*. Esta enfermedad fue detectada en São Paulo en plantas de maracuyá púrpura. El virus aislado fue denominado virus de la maracuyá púrpura ("Purple granadilla mosaic virus") y aún no ha sido debidamente caracterizado. Sin embargo, se sabe que este virus también ataca la maracuyá ácida. Los síntomas observados incluyen blanqueamiento en las nervaduras, con mosaico foliar en bandas cloróticas e irregulares, con deformaciones y endurecimiento de los frutos. El virus del maracuyá púrpura presenta un círculo de hospedadores restringidos a algunas especies de pasifloráceas y puede ser transmitido mecánicamente por el escarabajo *D. speciosa*. La transmisión también puede ser mecánica por los instrumentos utilizados en la poda. El control es preventivo y consiste en limpiar y desinfestar los utensilios de poda, control del vector escarabajo *D. speciosa*, uso de plántulas sanas y rotación de cultivo.

Virus del encolado

Causada por el virus *Passiflora vein clearing virus nucleorhabdovirus* – PVCV. Este virus está distribuido en varias regiones productoras de maracuyá. Se observa blanqueamiento en las nervaduras, acortamiento de los entrenudos, hojas pequeñas de aspecto coriáceo, lignificación de las ramas y frutos deformados, que presentan engrosamiento de la cáscara y pocas semillas. El virus no es transmisible mecánicamente, ni por áfidos vectores. Las plantas sanas pueden ser infectadas por el injerto de los tejidos de plantas sintomáticas. Las infecciones conjuntas entre este virus y el fitoplasma que causa el superbrotamiento pueden ocurrir. El control preventivo consiste en utilizar plantas sanas, libres de virus.

Virus de la depresión-precoz o muerte prematura

Puede ser causada por el virus *Citrus leprosis virus* – CitLV y por lo virus de la pinta-verde del maracuyá: *Passion fruit green spot virus* – PFGSV. Los estudios mostraron que los virus son transmitidos por ácaros del género *Brevipalpus* sp. En el inicio del ataque, las hojas se presentan con áreas de verde claro y verde oscuro y los frutos maduros exhiben manchas circulares verdes, lo

que llevó a algunos autores a denominar esta enfermedad de Virus de la Pinta Verde. En las hojas más viejas, los síntomas se caracterizan por diferencias en la intensidad del verde, con anillos concéntricos, cloróticos y áreas más claras alrededor de las nervaduras principales y secundarias. En los frutos, la enfermedad se manifiesta por medio de manchas verdes, con diámetro variando de 1 a 10 mm de contorno redondeado, contrastando con el amarillo intenso del resto de la superficie de los frutos.

La aparición de la enfermedad ocurre con mayor frecuencia cuando existe producción precoz, estrés hídrico, deficiencia o desequilibrio nutricional; suelos densos; el uso de abono orgánico cerca del cuello de la planta, presencia de hongos y bacterias causantes de otras enfermedades. Control preventivo: utilizar plántulas sanas, libres de virus.

Fitoplasma del superbrotamiento del maracuyá

Las plantas infectadas se presentan cloróticas, con engrosamiento de las nervaduras, hojas menores, entrenudos cortos, ramas rectas y superbrotación. Las flores presentan cálices hipertrófiados que abortan y caen. Cuando los frutos consiguen formarse, presentan grietas y caen antes de la maduración. La transmisión del superbrotamiento del maracuyá parece estar asociada a cigarrillas, principalmente aquellas pertenecientes al género *Empoasca*. También puede ser transmitido por injerto. El control es preventivo consiste en evitar áreas con historia de ocurrencia de la enfermedad, formar plántulas sanas, realizar la poda de las ramas afectadas, mantener el huerto libre de plantas invasoras, erradicar plantas afectadas.

Begomovirus

Enfermedad causada por el *Passion flower little leaf mosaic virus*. Las plantas infectadas presentan un mosaico amarillento, una intensa reducción y el ajuste del limbo foliar. La transmisión y diseminación del virus son hechas por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). El control preventivo consiste en evitar áreas con historial de la enfermedad, formar plántulas sanas, mantener el huerto limpio de plantas infestantes hospedadoras de virosis y vectores de la enfermedad y erradicar plantas afectadas.

Consideraciones finales

Cuando pensamos en las plagas y enfermedades del maracuyá, un punto muy importante es la inspección regular del huerto para detectar los problemas al inicio y buscar diferentes alternativas de control dentro del concepto del MIPE (Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades). Es importante el control preventivo en todas las situaciones de plagas y enfermedades, especialmente para las enfermedades viróticas. Se debe, siempre que sea posible, evitar áreas con historial de enfermedades, utilizar plántulas de origen idóneo, llevar siempre una fertilización equilibrada con un adecuado manejo de riego, adoptar la erradicación de plantas al final del ciclo

antes de la próxima siembra, períodos más favorables al desarrollo de las plantas y evitar la utilización de equipos de podas siempre que sea posible. Con la adopción cuidadosa y sistemática de algunas prácticas, es posible el control y la convivencia con las plagas y enfermedades, con ello, se puede alcanzar una mayor productividad y rentabilidad.

La identificación correcta de las plagas y enfermedades y el establecimiento de diferentes estrategias de control de forma complementaria y sinérgica es la base en el manejo fitosanitario. En este documento, se presentó una síntesis de los principales problemas del maracuyá. Se pueden obtener más detalles e información, incluyendo diferentes fotos para identificar las plagas y enfermedades y también diferentes alternativas de control, MACHADO et al. (2017); CARVALHO et al. (2017); SANTOS FILHO et al. (2017) e BARBOSA e SANTOS FILHO (2017).

CAPÍTULO 12

Cosecha y Postcosecha de Pasifloras



Cosecha y Postcosecha de Pasifloras

*Maria Madalena Rinaldi¹; Ana Maria Costa²; Angelo Aparecido Barbosa Sussel³;
Alexei de Campos Dianese⁴*

Introducción

Los frutos de las especies del género *Passiflora* presentan gran diversidad de formatos, aromas, coloraciones, resistencia a los daños mecánicos y a enfermedades postcosecha. En la gran mayoría de los casos, es sensible al desecamiento, lo que resulta en el aspecto arrugado de los frutos almacenados.

En Brasil, la especie más comercializada para consumo en fresco y para preparación de jugos es la *Passiflora edulis* Sims, popularmente denominada de maracuyá ácido. La elección del fruto se da por el tamaño y uniformidad de la coloración, siendo preferibles los frutos amarillos, ovalados, grandes y marchitos, en virtud de la creencia de presentar mayor dulzura y contenido de jugo.

El conocimiento del punto de cosecha más adecuado y los cuidados necesarios para preservar el fruto después de la cosecha son de extrema importancia para viabilizar la comercialización y minimizar las pérdidas de estos. Sin embargo, todavía son pocos los resultados de investigación en el tema que subsidian la producción de especies del género *passiflora*.

La composición química del maracuyá puede variar en razón de varios factores, tales como: especie, variedad, fertilidad del suelo, prácticas culturales, época de cosecha, etapa de desarrollo del fruto, grado de maduración, manejo postcosecha y condiciones de almacenamiento.

La conservación de los frutos de *passiflora* por períodos más largos es de fundamental importancia para la comercialización eficiente del producto destinado al mercado de frutas frescas con beneficios para toda la cadena de producción. De esta forma, la necesidad de la utilización de técnicas que aumentan la durabilidad de los frutos de maracuyá después de la cosecha es esencial. El maracuyá es un fruto de clima tropical, muy apreciado por su jugo. Puede ser consumido en fresco o destinado a industrias. Actualmente la vida útil postcosecha del fruto en condiciones de temperatura ambiente es corta. Cuando se mantiene en cámara fría puede alcanzar un período mayor. Aliado a la cámara fría, otros tratamientos pueden ser utilizados con el objetivo de ayudar en la prolongación de la vida útil de los mismos.

Además, para obtener un producto de buena calidad el manejo adecuado del fruto es fundamental. La recolección, transporte y preparación del mismo para la comercialización o el almacenamiento deben realizarse en horarios y ambientes apropiados para no dañar el producto.

El capítulo tiene la finalidad de presentar y discutir el estado del arte en lo que se refiere a la cosecha y postcosecha con foco en las experiencias del maracuyá ácido y de las especies de maracuyás silvestres trabajadas en la Red Passitec-Embrapa.

¹Embrapa Cerrados, Caixa postal: 08223, 73310-970 Planaltina, DF, Brasil

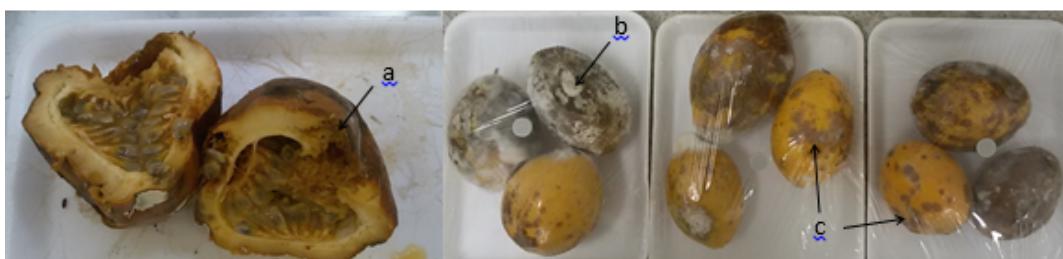
Características de los frutos de algunas pasifloras

La longevidad de los frutos almacenados depende de características como la capacidad de continuar los procesos de maduración después de la cosecha, espesor de la cáscara, resistencia a la desecación, fragilidad al manejo, incidencia de patógenos y plagas postcosecha. Por lo tanto, la elección de la estrategia de almacenamiento más adecuada depende del conocimiento básico de la botánica del fruto y la fisiología de la maduración.

Passiflora alata Curtis

Los frutos de *Passiflora alata* Curtis presentan formas ovaladas o periféricas con cascara intensamente anaranjada, que recuerda a la papaya, con tegumento externo poco resistente a daños mecánicos. La masa de los frutos oscila de 150 g a 200 g, el diámetro longitudinal de 10 cm a 15 cm, el diámetro transversal de seis cm a siete cm, y el volumen de pulpa (con semilla) entre 45 ml y 65 ml (COSTA et al., 2010). La pulpa es endulzada, olor fuerte y agradable para el consumo en fresco (MELETTI, 1996, ZERAIK et al., 2010). Es una especie brasileña consumida como fruta fresca, alto contenido de sólidos solubles (°Brix) por encima de 15, en comparación con el maracuyá amarillo. Para atender el mercado en fresco, los productores deben producir frutos mayores (por encima de 200 g), uniformes, de apariencia atractiva, exentos de plagas, enfermedades y daños. En la industria, hay preferencia por frutos con menor espesor de cáscara y rendimiento en pulpa superior al 50%, mayor acidez y contenido de sólidos solubles.

Los frutos son capaces de completar la maduración fuera de la planta y pueden ser cosechados cuando hay aproximadamente 30% a 40% de amarillamiento de la cáscara. Los frutos maduros son más sensibles al manejo y presentan gran incidencia de enfermedades de postcosecha, destacándose la antracnosis, cuyo síntoma principal es lesiones de aspecto cóncavo, y la fusariosis, con crecimiento micelial blanco y algodonoso, que comprometen tanto la apariencia del fruto por las lesiones en la corteza en cuanto a la calidad de la pulpa, y dificultan su comercialización (Figura 1). En los procesos tempranos de maduración pueden surgir en la corteza de los frutos mohos causados por *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Cladosporium* spp. y pudrición marrón causada por *Rhizopus* spp. En virtud de los problemas postcosecha los frutos son poco comercializados en los grandes centros urbanos, lo que hace que obtengan alto valor de mercado. En el comercio minorista del Distrito Federal el maracuyá (alrededor de 250 a 350 g) está costando alrededor de U\$3,00 a la unidad, más flete de entrega (VARANDA SINTA-SE EM CASA, 2016).



Fotos: Debora Assis

Figura 1. Frutos de *P. alata* con síntomas de podredumbre de antracnosis (a, c) y fusariosis (b).

Passiflora edulis Sims

Los frutos de las variedades comerciales del maracuyá ácido presentan formas ovaladas y cáscara con coloración amarilla, roja o roja verdosa. La masa media de los frutos es de 250 g a 350 g, diámetros longitudinales de 85 cm a 107 cm y transversales entre 78 cm y 95 cm, con volumen de pulpa (con semilla) de 65 mL a 160 mL. En general, son cosechados del suelo, pero, por ser frutos climatéricos, es posible la cosecha cuando la corteza presenta cambio en la coloración en el orden del 30%. Los frutos sufren pérdida de agua durante el período de almacenamiento, siendo común el aspecto arrugado después de una semana a diez días de la cosecha. Es un fruto nativo siendo la variedad de maracuyá más cultivada en el País. Presenta aroma y acidez acentuados. El pH del jugo varía de 2,8 a 3,3; acidez titulable del 2,9% al 5,0%; sólidos solubles del 12,5% al 18,0%; azúcares totales del 8,3% al 11,6%; y los azúcares reductores del 5,0% al 9,2%. Por ser más vigoroso y más adaptado a los días calientes, presenta frutos de mayor tamaño y peso entre 43 g y 250 g, mayor producción por hectárea, mayor acidez total y rendimiento en jugo. Tales características hacen que esta especie preferida por las industrias de procesamiento.

Los frutos son relativamente resistentes a los daños mecánicos y a las enfermedades postcosecha, siendo la más frecuente la antracnosis, mancha parda causada por *Alternaria* spp. y los mohos de almacenamiento provocados por *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Cladosporium* spp. además de la podredumbre causada por *Rhizopus* spp.

La comercialización de frutos de *P. edulis* Sims tiene dos destinaciones, el mercado de frutos en fresco y el de pulpa/néctares. Para el mercado en fresco, los frutos se clasifican de acuerdo con la masa y uniformidad de la coloración de la cáscara. Frutos menores, presentando daños que no comprometen la calidad de la pulpa son destinados para la extracción de la pulpa por la agroindustria.

El sistema de cultivo puede influir en las características de los frutos obtenidos y que se han producido variaciones en el comportamiento de dos variedades de maracuyás comerciales (*P. edulis*) en relación con la calidad de los frutos obtenidos en el cultivo convencional y orgánico (COSTA et al., 2008). Los autores verificaron valores más altos de acidez titulable en la pulpa de la var. BRS Ouro Vermelho cuando se cultiva en el sistema orgánico. Ya la variedad BRS Sol do Cerrado presentó comportamiento diverso, con pulpas más dulces obtenidas en el sistema convencional sin cambios en los valores de acidez titulable en relación al sistema orgánico.

Passiflora setacea DeCandolle

La especie *P. setacea* presenta frutos ovoides o globosos, con aproximadamente 4,5 cm a 5,5 cm de diámetro longitudinal y 3 cm a 4 cm de diámetro transversal, y una masa aproximada de 47 g a 60 g. La variedad mejorada BRS PC (registro Ministerio Agricultura - fecha 04/12/2007 - nº 21714) presenta frutos con promedio de la masa de 77 g, diámetro longitudinal de 6,5 cm y transversal medios de 5,2 cm (CAMPOS, 2010). La corteza de los frutos es de coloración verde

clara con rayas verde oscuro en sentido longitudinal. En el caso de que los frutos no modifiquen la coloración, siendo cosechados por los productores al caer en el suelo, siendo muy importantes estudios para la definición del punto ideal de cosecha de los frutos aún en la planta para evitar contaminación por el suelo, daños mecánicos en la caída de los frutos y otra. Los frutos de *P. setacea* se presenta buena resistencia a daños cuando se compara a la especie *P. alata*. La *P. setacea* presenta valores de sólidos solubles elevados, en el rango de 16 °Brix a 18 °Brix lo que lo clasifica en la categoría de los Maracuyás Dulces (FALEIRO et al., 2005; CAMPOS, 2007 e 2010; LESSA, 2011).

Los frutos se pueden almacenar a temperatura ambiente (25 °C a 30 °C) durante 3 a 5 días de la cosecha sin cambios perceptibles en el aspecto. Después de este período los frutos pasan a presentar aspecto de marchitamiento característico del género. En general, los frutos son poco afectados por enfermedades post cosecha, siendo las más frecuentes: antracnosis y fusariosis, ambas con sintomatología similar a la descrita para *P. alata* (Figura 2), que de acuerdo con la severidad pueden o no afectar la calidad de la pulpa. Los frutos pueden ser consumidos aun cuando la corteza presenta aspecto arrugado y con presencia de hongos, pues, en la gran mayoría de los casos, los hongos no comprometen la calidad de la pulpa. Sin embargo, si en el proceso de cosecha se recogen frutos caídos en el suelo, se hace necesaria una desinfección de los mismos, pues puede ocurrir infección por *Sclerotium rolfsii* llevando los frutos al pudoramiento durante el almacenamiento (Figura 3). Los frutos caídos también pueden presentar lesiones que son puertas de entrada para *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp.



Fotos: Angelo A. B. Sussel (a); Debora Assis (b)

Figura 2. Frutos de *P. setacea* con síntomas de antracnosis (a) y fusariosis (b).



Fotos: Angelo A. B. Sussel

Figura 3. Frutos de *P. setacea* con síntomas de podredumbre causada por *Sclerotium rolfsii*.

Passiflora tenuifila

La *P. tenuifila* es una especie no comercial y silvestre en Brasil. Existen relatos de su distribución geográfica por toda América del Sur, incluyendo Bolivia y Argentina (BRAGA et al., 2005). Popularmente es conocida por el nombre de maracuyá ajo debido al aroma característico de sus frutos. Los frutos son amarillos, ovalados, presentan diámetros longitudinales medios de 40,6 mm a 51,4 mm y los transversales de 39,5 mm a 47,5 mm, y masa en el rango de 9,24 g a 17,03 g (VICENTINI et al., 2009). El espesor de las cáscaras es de aproximadamente 1,18 mm y corresponde, en promedio, al 38% de la masa total del fruto (BRAGA et al., 2005). En comparación con las especies *P. alata*, *P. edulis*, *P. setacea* y *P. cincinnata* la corteza puede ser considerada fina, susceptible a quemaduras por el sol, lo que disminuye la calidad del fruto. Sin embargo, la incidencia de enfermedades ha sido baja, principalmente por los frutos permanentes adheridos a las plantas en el proceso de maduración, protegiéndolos de la contaminación de hongos presentes en el suelo y de daños provocados por la caída. La antracnosis se destaca como enfermedad más frecuente en los frutos de *P. tenuifila*, sin embargo también pueden ser encontrados frutos con síntomas de mancha parda causada por *Alternaria spp.*

Los frutos raramente se sueltan de la planta cuando maduros, cayendo solamente después de la senescencia. Por lo tanto, la cosecha se realiza con la ayuda de tijera de poda cuando los frutos presentan un 70% a 80% de color amarillento de la cáscara. En estas condiciones, los frutos presentaron valores de sólidos solubles que varían de 3,0 °Brix a 6,2 °Brix, con promedio de 4,75 °Brix, el pH de 2,62 a 5,25 y promedio de 4,94, acidez titulable de 0,96% a 3,2% y media del 1,83% y Ratio de 1,25 a 3,9 y media de 3,04 (COSTA et al., 2009).

En *P. tenuifila* la elevación en los niveles de fósforo en el suelo promovió reducción en los valores de la acidez titulable en los frutos (% AT), pero sin interferencia en la concentración de sólidos solubles (SS), pH y Ratio, sugiriendo influencia de este elemento en la regulación de la vía metabólica de ácidos orgánicos, en particular en la vía de síntesis y acumulación de citratos (COSTA et al., 2009).

Passiflora cincinnata

La *P. cincinnata* es conocida popularmente por maracuyá de la caatinga y ocurre naturalmente en las regiones del Semiárido brasileño y Semiárido transición con el Cerrado. El fruto presenta formas y dimensiones que se asemejan al de una pera o de una mandarina, conforme el ecotipo. Presentan una masa media entre 50 g y 65 g, diámetro longitudinal de 4,4 cm y 5,5 cm; y transversal de 4,7 cm y 5,1 cm. Son verdes, incluso cuando maduros, y generalmente no se diferencian naturalmente de la planta cuando alcanzada la madurez fisiológica. La pulpa presenta acidez y los contenidos de sólidos solubles equivalentes a del maracuyá ácida, en el rango de 8,4 °Brix a 13 °Brix y 3,5% a 5,5% de acidez titulable, siendo apreciada para la preparación de jugo, pudiendo la pulpa y la cáscara ser aprovechada en la preparación de dulces (ARAÚJO, 2007). Con respecto al rendimiento medio de la pulpa, *P. cincinnata* puede presentar un valor superior en comparación con el maracuyá amarillo.

Para que se obtenga calidad de los frutos y producciones satisfactorias es necesario que se mejore el manejo de esta especie, principalmente a los factores vinculados a la estandarización del punto de cosecha, donde en el futuro podrán servir de base para el desarrollo de programas de mejoramiento genético.

Estrategias para aumentar la vida útil de los frutos de passiflora

Los frutos de passiflora presentan como característica general la pérdida de agua y el arrugamiento de la cáscara a lo largo del almacenamiento (Figura 4). Dependiendo de las condiciones ambientales del almacenamiento, se observa también la ocurrencia de enfermedades postcosecha tales como hongos y bacterias. Conforme a la especie, las enfermedades postcosecha pueden comprometer la calidad sensorial del fruto e inviabilizar su comercialización. Para evitar el problema, algunas estrategias pueden ser adoptadas en el sentido de permitir mayor longevidad, entre ellas están:

1. Cosecha precoz 2. Reducción de carga de patógenos en el fruto 3. Reducción de la actividad fisiológica (modificaciones de las condiciones de almacenamiento, como temperatura, humedad, atmósfera, utilización de ceras u otros); 4. Prevención de daños físicos al fruto (manipulación, embalaje).



Fotos: Ana María Costa

Figura 4. Aspecto arrugado presentado por algunas especies de Passiflora. a. *Passiflora edulis* Sims roxo; b. *Passiflora tenuiflora*; c. *Passiflora maliformis*.

1. Cosecha precoz

La cosecha precoz puede ser entendida como el punto de cosecha de frutos climatéricos en un período anterior al punto de cosecha generalmente adoptado en la actualidad por los productores de frutos de pasifloras. Es una de las estrategias utilizadas para el aumento de la vida útil del fruto para la comercialización. Es válida para frutos climatéricos, es decir, para frutos que después de desarrollados continúan su proceso de maduración, incluso después de cosechados, como es el caso de muchas especies de pasifloras.

Por lo tanto, para el uso de esta estrategia es necesario conocer el punto ideal de cosecha de la especie en cuestión para que el fruto consiga completar el proceso de maduración, pues frutos recolectados muy inmaduros no completan el ciclo fisiológico. La mayoría de las pasifloras tienen

la abscisión de los frutos como indicativo del punto de maduración fisiológica, que puede o no venir acompañada de modificaciones en la coloración y textura de la cáscara (SILVA et al., 2008).

Los frutos cosechados al suelo en general poseen menor masa debido a la deshidratación natural que ocurre después de la abscisión de la planta y mayor carga de contaminación por microorganismos generando inconvenientes para el almacenamiento y comercialización, por resultar en pérdida de calidad de los frutos y reducir la vida útil en virtud de enfermedades postcosecha (SALOMÃO, 2002). Una estrategia adoptada para ampliar la vida útil postcosecha de frutos y evitar problemas con contaminantes del suelo es a través de la anticipación de la cosecha en el caso de frutos climatéricos (VERAS et al., 2000).

El maracuyá es un fruto climatérico siendo capaz de completar el proceso de maduración fuera de la planta. En este proceso ocurre un aumento significativo en la tasa respiratoria y producción de etileno, que a su vez actúa como una fitohormona desempeñando un papel importante en la regulación de los procesos intrínsecos de la planta, que culmina con la senescencia del fruto. En términos de vía metabólica, se sintetiza en plantas superiores a partir del aminoácido metionina. Su síntesis es afectada por fitopatógenos, daños mecánicas, estrés hídrico, térmico y salino, así como por otras fitohormonas. En el caso *P. edulis f. flavicarpa Deg* existen variaciones en la capacidad de producir etileno dentro de la especie. Cuando se compara con otros frutales, el maracuyá amarillo se considera un fruto productor intermedio de etileno (WINKLER et al., 2002).

Los frutos comienzan la maduración cuando alcanzan el desarrollo fisiológico máximo. Es un proceso que involucra transformaciones químicas y fisiológicas que resultará en el desarrollo de la textura, sabor, aroma y color característicos de la fruta (JACQUES, 2009).

En maracuyás comerciales y algunas especies silvestres se observa el cambio de la tonalidad verde a la amarilla o amarillo-anaranjada y alteración en la textura de la cáscara. Al completar el proceso de maduración, en general, se tiene la abscisión del fruto siendo un indicativo para su cosecha (SILVA et al., 2008).

Frutos de *P. tenuifila* con una coloración amarilla de cáscara superior al 90% después de los cosechados sufren un rápido proceso de disecación. Después de 3 horas de almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C a 30 °C) ya es posible observar la arruga de la cáscara (Figura 4b).

Estudios realizados por Lima et al. (2010) con *P. tenuifila* indicaron que es posible cosechar los frutos en el estadio 3 de desarrollo del fruto, que corresponde al fruto ya desarrollado y al inicio del amarillamiento (entre 10% a 30% de modificación de color) (Figura 5). Lo que resultó en la anticipación de la cosecha en 4 a 5 días y consecuente ganancia de vida útil. De esta forma, los autores establecieron como punto de cosecha de frutos de *P. tenuifila* la etapa del inicio del amarillamiento, situación donde el fruto ya alcanzó mayor desarrollo en términos de dimensiones con capacidad para completar todo el proceso de maduración.

El punto de cosecha de frutos de pasifloras debe considerarse de acuerdo con el destino de la producción. Para la industria de procesamiento de jugo, las frutas deben estar completamente

maduras, donde presentan mayor contenido de sólidos solubles y rendimiento en jugo. Para el mercado de frutas en fresco, se deben cosechar las frutas con aproximadamente un 30% de coloración amarilla de la cáscara y con el pedúnculo, una vez que la madurez fisiológica ya ha sido alcanzada. Los frutos deben ser acondicionados en contenedores plásticos y mantenidos a la sombra hasta el transporte. El embalaje para comercialización debe ser en cajas retornables forradas con papel para que la pérdida de agua de los frutos sea reducida.



Figura 5. Estadios de maduración de *Passiflora tenuifila* Killip: Estadio 1: Fruto inmaduro; Estadio 2: Fruto inmaduro al final del desarrollo; Estadio 3: Frutos desarrollados en el inicio del amarillamiento de la cáscara (1 a 30% de color amarillo); Estadio 4: Blanqueamiento de la corteza intermedia (31 a 60%); Estadio 5: Blanqueamiento de la corteza intermedia (61 a 90%); Estadio 6: Frutas amarillas (entre 90 y 100%); Estadio 7: Frutos senescentes (Figura: Lima et al., 2010).

El momento de la cosecha también es importante, ya que la calidad de la fruta que llega al mercado y en la industria depende mucho del procedimiento adecuado en el campo. Por ejemplo, la cosecha de frutas con rocío va a acarrear en manchas en el fruto después de la cosecha. Sin embargo, las frutas cosechadas en las horas del día con altas temperaturas y baja humedad relativa tienden a marchitarse más rápido acarreando en disminución del precio, o rechazo por parte del consumidor para consumo en fresco.

En la práctica, la cosecha de frutos de maracuyá se realiza a intervalos semanales en los meses fríos y en los que una quemazón solar no es significativa cuando el destino es la industria, y dos o tres veces por semana cuando el destino es el mercado en fresco o también para la industria en el período de alta radiación solar. Es importante afirmar que después de la cosecha, los frutos pierden peso rápidamente, debiendo ser comercializados o almacenados inmediatamente.

En frutos de *P. cincinnata* debido a la dificultad de identificar el punto de cosecha, generalmente los frutos se cosechan cuando la corteza presenta menor resistencia al ser prensada con los dedos. Los frutos están en el punto de cosecha cuando la pared del fruto se vuelve un poco flexible y el fruto sólo cae de la planta cuando la maduración ya llegó al extremo.

En frutos de *P. setacea*, el proceso de maduración del fruto no va acompañado del cambio de coloración de la cáscara como ocurre en la especie comercial. La situación viene dificultando el establecimiento de estrategias para la anticipación del punto de cosecha. Por lo tanto, se hacen

necesarios estudios para identificar marcadores de estado fisiológico que permita de forma práctica evaluar el momento ideal para la recolección. Actualmente la cosecha viene siendo realizada de frutos caídos al suelo. Sin embargo, los frutos presentan una considerable contaminación física y microbiológica, daños mecánicos y excesiva pérdida de agua.

En términos prácticos, es posible la cosecha de frutos de *P. edulis* y *P. alata* cuando la corteza presenta un 30% o más de color amarillo. Los frutos cosechados en estas condiciones son capaces de completar su maduración. Sin embargo, existe carencia de información técnica validando el conocimiento y cuantificando la longevidad y las condiciones de almacenamiento. Estudios sobre la influencia de los estadios de maduración sobre las características químicas del jugo de maracuyá-amarillo (*P. edulis f. flavicarpa* Deg) se observó que a partir del amarillamiento de la corteza en el orden del 65% los frutos ya estarían en condiciones adecuadas para el procesamiento y obtención de pulpa, pues los valores de sólidos solubles, acidez titulable y Ratio estarían en el rango de calidad establecidas por la industria del jugo (SILVA et al., 2005).

2. Reducción de la carga de patógenos en el fruto

La buena conservación de los frutos por un período más largo es de fundamental importancia para la comercialización eficiente del producto destinado al mercado de frutas frescas y aporta beneficios a toda la cadena de producción. Así, después de la cosecha, los frutos deben ser lavados, secados, tratados, clasificados y embalados de acuerdo con los estándares establecidos por el programa brasileño de mejoramiento de los patrones comerciales y embalajes de horticultores (LIMA, 2002).

La calidad inicial del producto es el principal factor a considerar como alternativa para aumentar la vida postcosecha de los frutos. El manejo adecuado de los frutos en el momento de la cosecha, transporte, almacenamiento y comercialización ayudan en la reducción de la carga de patógenos en el fruto, ya que los daños mecánicos sirven de puerta de entrada para la acción de los microorganismos dentro de los mismos.

Los frutos de maracuyá generalmente se lavan después de la cosecha buscando mejorar el aspecto visual y reducir la carga microbiana presente en los mismos. Los agentes desinfectantes como el hipoclorito de sodio en concentraciones adecuadas y permitidas por la legislación también se han utilizado para la limpieza de los frutos después de la cosecha. Otras técnicas postcosecha que aumentan la vida útil de los frutos de pasifloras, entre ellas, tratamiento con agua caliente (tratamiento hidrotérmico), el agua ozonizada, además de las condiciones de almacenamiento, transporte y distribución, se están estudiando.

El nivel de daño causado por enfermedades postcosecha depende de la especie de passiflora cultivada. La *P. alata*, por ejemplo, son muy susceptibles a enfermedades que afectan la calidad de la cáscara, principalmente pudriciones causadas por bacterias y hongos.

Entre los principales agentes causantes de enfermedades en postcosecha podemos citar los hongos *Penicillium*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* e *Aspergillus*. Estos hongos pueden penetrar

en los frutos por medio de heridas causadas a ellos en el manejo y durante el transporte. Otros hongos como *Fusarium spp*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Alternaria spp.*, pueden infectar los frutos en el campo y permanecer como lesiones durmientes, sin presentar síntomas característicos. Más tarde, durante el proceso de maduración, en la postcosecha y almacenamiento, esas lesiones, que permanecieron asintomáticas en el campo, evolucionan provocando deterioro de la corteza y de la pulpa del fruto.

Para minimizar los daños postcosecha dos estrategias pueden ser utilizadas: evitar el contacto del fruto con el suelo y/o promover su limpieza por medio de lavado y posterior secado del fruto. El contacto del fruto con el suelo puede ser evitado por la cosecha precoz, utilización de paja en el pie de la planta o por la cosecha en tela, como se muestra en la Figura 3. Esta técnica aún posibilita la reducción de daños mecánicos al fruto en el momento de la caída resultando en mayor vida útil de los mismos. En los frutos de *P. setacea*, *P. alata* y *P. tenuifila* se deben realizar estudios más detallados en cuanto a las posibilidades de limpieza de los frutos después de la cosecha, ya que los estudios realizados hasta el momento con diferentes desinfectantes existentes en el mercado no presentaron resultados compensadores que justifiquen la recomendación de desinfectantes de los frutos después de la cosecha. Incluso en condiciones refrigeradas, los productos probados aumentan la pérdida de masa fresca de los frutos después de la cosecha, reduciendo su vida útil. En los frutos de *P. setacea* y *P. alata* sólo el lavado de los mismos en agua corriente y secado en papel toalla presentan buenos resultados. Debido a las características físicas y de alta perecibilidad de los frutos de *P. tenuifila* no se recomienda el lavado de los mismos después de la cosecha.



Fotos: Ana María Costa

Figura 6. La cosecha de frutos de *Passiflora setacea* caídos en el telado.

3. Reducción de la actividad fisiológica del fruto

La actividad fisiológica del fruto puede ser reducida por medio del cambio en las condiciones de almacenamiento, siendo la reducción de la temperatura, control de humedad y uso de envases con mayor o menor permeabilidad a intercambios gaseosos los métodos más comúnmente utilizados en las condiciones comerciales. Se debe definir la condición más adecuada de almacenamiento y tratamientos a aplicar para cada tipo de fruto, teniendo en cuenta sus exigencias y características fisiológicas.

a) Almacenamiento refrigerado

El almacenamiento a bajas temperaturas viene siendo considerado como uno de los métodos más eficientes para mantener la calidad de productos hortícolas, pues reduce la respiración, transpiración, producción de etileno responsable de la maduración, senescencia, utilizadas para retardar las acciones enzimáticas y químicas y también retardar o incluso inhibir el crecimiento y la actividad microbiana en los alimentos (KLUGE et al., 1999; SILVA, 2000). El desperdicio de vegetales para el consumo en fresco durante el proceso de almacenamiento es una preocupación constante en el sector alimentario del país. Los grandes centros de abastecimiento cuentan con la utilización de cámaras frías para mantener productos frescos para el consumo (SIMÃO; RODRIGUEZ, 2009).

Cuando el fruto es destinado al mercado en fresco, el criterio más utilizado para evaluar su calidad es la apariencia externa. En el caso del maracuyá, uno de los problemas identificados por la cadena productiva para su comercialización es la pérdida de masa y el consiguiente la marchitez lo que confiere aspecto arrugado al fruto. Además de la marchitez, también presentan gran susceptibilidad a la podredumbre y la fermentación de la pulpa, generando corta vida útil después de la cosecha (TAVARES et al., 2003; DURIGAN, 1998). En condiciones normales, un fruto de *P. edulis* o *P. alata* presenta longevidad de tres a siete días a temperatura ambiente. Después de ese período, los frutos se marchitan rápidamente, la pulpa comienza a fermentar y se inicia el ataque de hongos (ARJONA et al., 1992). Los frutos de *P. alata* son considerados de almacenamiento difícil y la situación ha restringido su comercialización en los centros urbanos.

Para aumentar la longevidad después de la cosecha y proporcionar a los consumidores frutos con calidad, las pasifloras deben acondicionarse en una cámara fría con una temperatura de alrededor de 10 °C, con una humedad relativa del aire que varía de 85 a 90%. En estas condiciones, los frutos tienen su vida útil aumentada considerablemente, alrededor de 12 días (LEONEL; SAMPAIO, 2007). Frutas de *P. setacea*, *P. alata*, *P. tenuifila* y *P. cincinnata* se pueden almacenar en refrigeración a temperaturas de 10 °C y 90% de humedad relativa. En estas condiciones, los frutos presentan una vida útil significativamente superior en comparación con el almacenamiento bajo condiciones ambientales.

El maracuyá es un fruto altamente perecedero después de su desprendimiento de la planta, lo que lo predispone a una rápida deshidratación del pericarpo acompañada de marchitamiento, reduciendo así su período de conservación y comercialización (DURIGAN et al., 2004). La cutícula que recubre el fruto es incapaz de contener el rápido proceso de deshidratación después de la cosecha (KAYS, 1991). El problema ocurre debido a la actividad respiratoria intensa y la pérdida significativa de agua, que están relacionadas con las diferencias en la temperatura, humedad relativa y en el diferencial de presión del vapor de agua entre la atmósfera y el producto (FONSECA et al., 2000).

La conservación postcosecha del fruto ha sido una gran preocupación en los estados productores, siendo que frutas de mejor calidad se remuneran a precios significativamente superiores

que alcanzan hasta el 150%, que el obtenido con la comercialización de las frutas de clases inferiores (MELETTI; MAIA, 1999). Las condiciones de temperatura y humedad relativa de almacenamiento recomendadas para el maracuyá son de 5,6 a 7,2 °C y de 85 a 90%. En estas condiciones, el maracuyá púrpura puede conservarse durante un período de 4 a 5 semanas y el amarillo durante 3 a 4 semanas, sin que la concentración de sólidos solubles, acidez y carotenos sea alterada, pero los niveles de ácido ascórbico, sacarosa y almidón disminuyen, mientras que los contenidos de azúcares reductores y totales aumentan (SILVA et al., 1999; DURIGAN, 1998). Todavía existe carencia de informaciones científicas que indiquen la mejor forma para el almacenamiento de frutos de las pasifloras brasileñas.

b) Embalaje

En la conservación de frutos en fresco después de la cosecha, los envases deben ser adecuados para permitir la reducción de oxígeno dentro de la misma hasta el nivel mínimo aceptable por el producto para mantenerse vivo y aumentar la concentración de CO₂ también a un nivel seguro para el producto. La reducción de oxígeno y el aumento de CO₂ en el interior de los envases permite que el fruto respire menos aumentando su vida útil. Los frutos de *P. setacea* se envasarán en bandejas de poliestireno expandido (icopor) recubiertas con película flexible de policloruro de vinilo (PVC) de espesor de 10 µm a 12 µm y se mantienen en refrigeración en cámara fría a una temperatura de 10 °C y humedad relativa entre el 85% y el 90% por 10 a 14 días. En condiciones ambiente, la vida útil de estos frutos en el mismo tipo de envase es de un máximo de 7 días. Para los frutos de *P. alata* también se recomienda el acondicionamiento en bandejas de poliestireno expandido (isopor) revestidas con película flexible de policloruro de vinilo (PVC) con espesor de 10 µm a 12 µm y mantenimiento de los frutos en refrigeración en cámara fría a la temperatura de 10 °C y humedad relativa entre el 85% y el 90% por un período de 10 a 14 días. Frutos de *P. alata* para la comercialización en fresco, mantenidos bajo condiciones ambiente, no deben ser embalados y presentan una durabilidad de 7 días como máximo. Buenos resultados fueron obtenidos en el almacenamiento de los frutos de *P. tenuifila* en empaques de PVC 12 µm en la temperatura de 10 °C e 85% a 90% de humedad relativa.

c) Tratamientos alternativos

El tratamiento de frutos de *P. alata* con una solución de cloruro de calcio al 1% retardó la evolución del color de la cáscara, sin pérdida de masa fresca y rendimiento de pulpa en frutos almacenados a 9 °C (SILVA; VIEITES, 2000). Los tratamientos con choque en frío y con choque en frío y cera no fueron eficientes para el mantenimiento de la calidad postcosecha del maracuyá dulce cuando desinfectados con hipoclorito y almacenados a 9 °C y 85-90% UR. También no ocurrió aumento en la vida útil por medio del uso de fitorreguladores (SILVA et al., 1999).

El uso de agua ozonizada en frutos de maracuyá rojizo de Kênia mantenidos en cámara fría no indujo alteraciones para la acidez titulable, pérdida de masa y potencial hidrogénico. Se ha influido la limpieza en carbohidratos, flavonoides, fenoles, nitrato, carbohidratos y actividad antioxidante en frutos almacenados a temperatura ambiente. El uso de la desinfección de frutos de

maracuyá en agua ozonizada mantenida a temperatura ambiente no es eficiente para el mantenimiento de la vida útil postcosecha.

El almacenamiento de frutas y hortalizas asociadas al tratamiento con ozono puede ser una alternativa que disminuya las pérdidas posteriores a la cosecha. El ozono es uno de los más fuertes agentes oxidantes comúnmente disponibles, inestable a la presión y temperatura ambiente con una vida media de unos 20 minutos y se descompone a O₂ a temperaturas superiores a 35 °C (ADASKAVEG et al., 2002).

Prevención de daños físicos al fruto (embalaje)

El manejo adecuado de los frutos es esencial para el mantenimiento de su calidad. De esta forma, la cosecha debe ser realizada en las primeras horas del día evitando que los frutos absorban el calor del sol. En el proceso de cosecha se deben evitar, golpes, cortes, rayaduras y otros que puedan causar daños mecánica en los frutos, ya que estos daños aceleran el metabolismo del fruto disminuyendo su vida útil. Además, el producto debe ser acondicionado en cajas adecuadas previamente higienizadas de forma que no cause la contaminación de los frutos. El transporte debe realizarse a la sombra para evitar la quema de los frutos por el sol. Cuando sea posible, el producto debe enfriarse inmediatamente después de la cosecha, transportado y comercializado utilizando la cadena del frío para reducir el metabolismo de los frutos aumentando así su vida útil.

La prevención de daños físicos es una estrategia importante para la conservación de frutos con cáscara delicada, sujetos a daños por impacto o aglomeración. En el caso del maracuyá ácido, los frutos presentan cáscara con relativa resistencia, siendo transportados y almacenados empaquetados (Figura 7) o en cajones plásticos.



Fotos: Ana Costa

Figura 7. Maracuyá ácido en embalaje con capacidad para 12 kg (a) (Foto: Ana Costa); acondicionados en envases plásticos (b) (Foto: Gustavo Campos); frutos envueltos individualmente en mallas de protección.

Sin embargo, la comercialización de frutos de la especie *P. alata* (maracuyá dulce) ha sido limitada en virtud de las enfermedades postcosecha y daños mecánicos. Actualmente, no existen envases moldeados específicos para acondicionamiento de frutos de esta especie o de otras del género pasifloras, siendo utilizado, por lo tanto, redes de envolvimiento de frutos.

Conclusión

La maracuyá es un fruto climatérico y altamente perecedero después de la cosecha. El manejo adecuado de los frutos es esencial para su vida útil. Es importante considerar alternativas ya estudiadas y definidas para la conservación de estos frutos como cosecha de los frutos de forma y momento adecuado, formas adecuadas de almacenamiento, envases, control de enfermedades postcosecha y comercialización de los frutos.

Referências

- ADASKAVEG, J.E.; FOSTER, H.; SOMMER, N.F. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**, cap.17, p.163-196, 2002.
- ARAÚJO, F. P. **Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no semi-árido brasileiro**. 2007. 94f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- ARJONA, H.E; MATTIA, F.B.; GARNER, J.R.O. Temperature an storage time affect quality of yellow passion fruit. **HortScience**, v.27, n.7, p.809-810, 1992
- BRAGA, M.F.; BATISTA, A.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P.; V.A.Z., C.F.; SANTOS, E.C.S.; SANTOS F.C. Características agronômicas, físicas e químicas de maracujá-alho (*Passiflora tenuifila* Killip) cultivado no Distrito Federal. IN: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA M.F.; PINTO, A.C.Q.; SOUSA, E.S. **IV Reunião técnica de pesquisa em maracujazeiro**. Planaltina- DF: Embrapa Cerrados, 2005. 230 p.
- CAMPOS, A.V.S.; COSTA, A.M.; TUPINAMBÁ, D.D.; COHEN, K.O.; PAES, N.S.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PALUDO, A. **Avaliação das características físicas, físico-químicas e químicas de *P. setacea* para fins funcionais**. In: Simpósio Latino Americano de ciências de alimentos, 7., 2007, Campinas: Ciência e tecnologia de alimentos em benefício da sociedade: ligando a agricultura à saúde. Campinas: UNICAMP, 2007.
- CAMPOS, A.V.S. **Características físico-químicas e composição mineral de polpa de *Passiflora setacea***. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Agronomia – Universidade de Brasília. 76 p. 2010.
- COSTA, A.M.; BRANDÃO, L.S.; VICENTINI, G.C.; FARIA, D.A.; GUIMARÃES, T.G.; COHEN, K.O. Efeito da adubação fosfatada nas características físico-químicas de frutos de *Passiflora tenuifila*. **8º Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos**, a ser realizado no período de 8 a 11 de novembro de 2009.
- COSTA, A.M.; VICENTINI, G.C.; BRANDÃO, L.S.; DA SILVA, K.N.; SANTOS, A.L.B.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Descritores morfológicos quantitativos da *Passiflora setacea* variedade Brs Pérola do Cerrado obtidos na safra chuvosa e seca. In: Congresso brasileiro de melhoramento genético de plantas. **Resumos**. 2009.
- COSTA, A.M.; COHEN, K.L.; TUPINAMBÁ, D.D.; BRANDÃO, L.S.; SILVA, D.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. Propriedades físicas e físico-químicas de maracujás cultivados nos sistemas orgânicos e convencional, em consorcio com mandioca. **Comunicado Técnico 158**, Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p.6.
- COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; FARIA, D.A. Características físicas e físico-químicas de *Passiflora alata* com desenvolvimento e maturação na época seca. Congresso Brasileiro de Fruticultura, **Anais...** Natal, RN. 2010.
- DURIGAN, J.F. Colheita e conservação pós-colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 388p. 1998.
- DURIGAN, J.F.; SIGRIST, J.M.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M. A. P. (Org.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 283-303, 2004.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R. Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro -Desafios da Pesquisa. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-209.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; LINO, I.B.M.; BRECHT, J.; CHAU, K.V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v.43, p.9-15, 2000.

JACQUES, A.C. **Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv TUPY**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul – Brasil, junho 2009.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, p. 532, 1991.

KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.; JACOMINO, A.P.; MARQUES, C. Embalagens plásticas para pêssegos 'flordaprince' refrigerados. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.843-850, 1999.

LEONEL, S.; SAMPAIO, A.C. **Maracujá-doce: Aspectos técnicos e econômicos**. São Paulo: Editora UNESP, p. 134, 2007.

LESSA, A.O. **Determinação do Teor de Compostos Fitoquímicos e Estudo do Potencial para Processamento da Polpa de Frutos de Maracujá das Espécies Silvestres (*Passiflora setacea* DC, *Passiflora cincinnata* MAST)**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga - Bahia, 2011.

LIMA, A.A.; Introdução. In: **Maracujá. Produção: aspectos técnicos**. LIMA, A.A. (ed.). Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 1, p. 9.

LIMA, H.C. de; CHAGAS, G.S. DAS; OLIVEIRA, L.T.; COSTA, A.M.; CELESTINO, S.M. C.; COHEN, K. de O.; TERÁN-ORTIZ, G.P.; MALAQUIAS, J.V.; FARIA, D. A. Indicadores de maturação para definição de ponto de colheita do maracujá selvagem (*Passiflora tenuiflora*) cultivado na região de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal.

Frutas: saúde, inovação e responsabilidade. Natal: SBF, 2010.

MELETTI, L.M.M. **Maracujá: produção e comercialização em São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.

MELETTI, L.M.M.; MAIA, M.L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas-SP: IAC, 64 p., Boletim Técnico, 1999. p.181.

SILVA, A.P.; DOMINGUES, M.C.S.; VIEITES, R.L.; RODRIGUES, J.D. Fitorreguladores na conservação pós-colheita do maracujá doce (*Passiflora alata* dryander) armazenado sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.3, p.643-649, 1999.

SILVA, A.L.; VIEITES, R.L. Alterações nas características físicas do maracujá-doce submetido à imersão em solução de cloreto de cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.20 n.1. 2000.

SILVA, T.V.; RESENDE, E.D. de; VIANA, A.P.; ROSA, R.C.C.; PEREIRA, S.M. de F.; CARLOS, L. de A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 472-475, Dezembro, 2005.

SILVA, D.C.; COSTA, A.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FALEIRO, F.G.; BRANDÃO, L.S.; CAMPOS, A.V.S.; SANTOS, A.L.B.; SILVA, K.N.; BELLON, G.; TUPINAMBÁ, D.D.; FARIA, D.A.. Efeito do sistema de produção nas propriedades físico-químicas dos frutos *Passiflora edulis* BRS Sol do Cerrado IX Simpósio Nacional Cerrado II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. **Anais...** simpósio. 2008.

SIMÃO, R.; RODRÍGUEZ, T.D.M.. Utilização do ozônio no tratamento pós-colheita do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Revista de Estudos Sociais** - ano 11, v. 2, n. 22, p. 115-124, 2009.

TAVARES, J.T.Q.; SILVA, C.L.; CARVALHO, L.A.; SILVA, M.A.; SANTOS, M.G.; TEIXEIRA, L.J.; SANTANA, R.S. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá amarelo. **Magistra**, Cruz das Almas, v.15, n.1, p.1-6, 2003.

VARANDA SINTA-SE EM CASA. **Hortifruti delivery.** Disponível em: <<http://www.varanda.com.br/maracuja-doce-unidade.html>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

VERAS, M.C.M.; PINTO, A.C.; MENESES, J.B. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 5, p.959-966, 2000.

VICENTINI, G.C.; COSTA, A.M.; BRANDÃO, L.S.; GUIMARAES, T.G. Caracterização morfológica da *Passiflora tenuifila* em diferentes níveis de fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **O melhoramento e os novos cenários da agricultura: anais**. Vitória: Incaper, 2009.

WINKLER, L.M.; QUOIRIN, M. AYUB, R.; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. Produção de etileno e atividade da enxima ACCoxidase em frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24. n.3, p.634-636, 2002.

ZERAIK, M.L.; PEREIRA, C.A.M.; ZUIN, V.G.; YARIWAKE, J.H. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.20, n.3, 459-471. 2010.

CAPÍTULO 13

Avances y Perspectivas para Aprovechamiento Integral de Frutos de las Pasifloras



Avances y Perspectiva para Aprovechamiento Integral de Frutos del Maracuyá

Ana Maria Costa, Herbert Cavalcante de Lima, Fábio Gelape Faleiro

Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se estima que la población mundial debe saltar de los actuales siete mil millones a la marca de nueve mil millones de personas hasta el año 2050, lo que equivale a un crecimiento del orden 30% (IBGE, 2016).

De acuerdo con los expertos, para que se pueda atender el aumento de la demanda de alimentos, sin que haya un significativo aumento de los precios, la producción mundial debe crecer en torno al 70%, meta que sólo podrá alcanzarse con esfuerzos de todos los países.

Promover una mayor productividad de las áreas agrícolas actuales y evitar los desperdicios a lo largo de la cadena de producción de alimentos son medidas fundamentales para minimizar la necesidad de expansión de la frontera agrícola. En la mayoría de los casos, la mayoría de las especies de frutales se encuentran en el suelo, y en particular, el cerrado, que alberga más de 160 mil especies diferentes de plantas, animales y hongos, y cerca de 6 mil tipos de frutales (FERREIRA, 2010) importante depósito de genes y servicios ambientales importantes para las rurales y urbanas.

La Red de Mejoramiento Genético del Maracuyá en asociación con la red Passitec "Desarrollo tecnológico para uso funcional de pasifloras silvestres" coordinadas por la Embrapa Cerrados viene trabajando de forma conjunta en el sentido de disponer informaciones y tecnologías que promuevan el aumento de la productividad de los cultivos de pasifloras, aprovechamiento integral de los frutos y estructuración de la cadena de producción teniendo como base los conceptos de sostenibilidad económica, social y ambiental.

Los resultados de la investigación generan nuevas oportunidades para todos los eslabones de la cadena productiva, principalmente para el segmento agroindustrial.

Producción de pasifloras en Brasil

A pesar de la gran diversidad de especies de pasifloras distribuidas en el territorio brasileño, muchas con propiedades benéficas, sólo la especie *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg (maracuyá amarillo) se utiliza a escala industrial para uso alimentario.

El cultivo del maracuyá amarillo, en su gran mayoría, es realizado por pequeños a medianos productores rurales, que destinan a la cultura áreas que van de 0,5 a 20 hectáreas. Se trata de un cultivo con predominio de mano de obra familiar, que eventualmente emplea mano de obra temporal en la época de polinización de las flores y cosecha de frutos.

La productividad media del maracuyá en Brasil está en el rango de 14,8 toneladas por hectárea año, siendo necesaria la renovación del huerto cada dos a tres años debido a problemas fitosanitarios.

El empleo de variedades superiores y de tecnologías de cultivo apropiadas, como fertirrigación y polinización manual, ha elevado la productividad para 40 a 60 toneladas por hectárea año. En cultivos protegidos y altamente tecnificados la productividad ha alcanzado hasta 100 ton por hectárea año en el cultivo de la variedad BRS Gigante Amarillo.

En general, frutos con mayor tamaño, con predominio de coloración amarilla y de mejor aspecto son limpiados por el productor y comercializados para consumo "en fresco" en los mercados mayoristas y en algunos casos vendidos directamente a los consumidores que buscan el producto en las propiedades o mercados libres.

En el ambiente doméstico los frutos son normalmente utilizados en la preparación de jugos, platos salados y dulces de acuerdo con la tradición regional.

Los frutos de menor tamaño, con quemazones, o presentando deformaciones, siguen hacia la industria de extracción de la pulpa para la preparación de concentrados azucarados y no azucarados, jugos concentrados o del tipo listo para beber. Los concentrados se comercializan como ingredientes para las industrias de alimento que los utilizan en la preparación de productos como helados, jaleas, mousses, pasteles entre otros.

Sin embargo, cuando el valor pagado por las empresas está por debajo del deseado por el agricultor, el procesamiento es realizado por el propio agricultor, en su propiedad generalmente en condiciones precarias, o en asociaciones, que almacena y comercializa la pulpa con semilla en forma congelada directamente al segmento empresarial de pulpa y para las industrias de concentrados o de jugos listos para beber.

Actualmente, toda producción nacional de maracuyá amarillo se dirige a la atención del mercado interno, siendo que la industria absorbe la mayoría absoluta de la producción, muchas veces habiendo la necesidad de importación del fruto de países productores como Colombia.

Uso de subproductos del procesamiento del maracuyá amarillo y aprovechamiento integral de la planta

En el caso particular del maracuyá amarillo, los frutos se destinan principalmente a la extracción de la pulpa. En el proceso se generan grandes cantidades de cortezas y semillas que según las investigaciones pueden ser utilizadas como materia prima para la preparación de ingredientes para la industria de alimentos, cosmética y farmacéutica. A pesar del gran potencial de uso para la industria, el aprovechado de la materia prima sigue siendo muy bajo y restringido a empresas de pequeño a mediano tamaño.

Considerando la producción nacional de maracuyás del orden de 920 mil toneladas anuales (IBGE, 2012), se estima que la producción de subproductos estaría en torno a 600 mil toneladas anuales. Sólo en el estado de Río de Janeiro se generan más de 840 toneladas de residuos de la industria de jugo de maracuyá por año, que son descartadas por falta de estructuración productiva para su aprovechamiento. Lo mismo sucede con el resto de la producción de subproductos en los demás Estados de la Federación.

En el caso del procesamiento en las propiedades rurales, cáscara y semillas se destinan a la alimentación animal, al preparado de compostaje, o simplemente distribuidas en los pies de las plantas como cobertura muerta.

A pesar de no existir exenciones en cuanto al porcentaje de aprovechamiento de los residuos de maracuyá, se percibe un interés creciente de agroindustrias pequeñas, empresas de base familiar en las nuevas tecnologías para aprovechamiento integral de la planta.

Aprovechamiento de la cáscara

La harina de la cáscara de maracuyá amarilla, preparada sin el epicarpo del fruto, posee un alto contenido de fibras alimenticias totales (57,36%), solubles (19,20%) e insolubles (38,05%), con contenido de pectina en torno al 27,4% (PINHEIRO, 2007).

En términos de propiedad biológica, el producto se ha mostrado seguro en ensayos con animales y humanos (COSTA, 2017). Estudios clínicos realizados con harinas de cáscara obtenidas a bajas temperaturas de secado se mostraron eficientes en el control del colesterol e índices glucémicos (RAMOS et al. 2007; JANEIRO et al., 2008).

En Brasil existen diferentes marcas de harinas de cáscara de maracuyá en comercialización en los mercados, farmacias y tiendas de productos naturales. Son productos que presentan gran diversidad en términos de coloración, granulometría y precios, resultado de variaciones en el método de procesamiento y calidad de la materia prima

El factor limitante para la obtención de materia prima de calidad está en la forma de recolección y almacenamiento de la corteza en el ambiente industrial. Por ser considerado aún un residuo por la mayoría de las industrias de pulpa y jugo, el producto es recolectado y almacenado sin condiciones de higiene y en situación que favorece su deterioro y pérdida de calidad del material.

Por lo tanto, para que la materia prima esté disponible en condiciones adecuadas de calidad para la preparación de alimentos funcionales, habrá la necesidad de promover cambios en la percepción del segmento de procesamiento de frutos para adecuar su estructura para la separación y el almacenamiento de las cáscaras y semillas en condiciones apropiadas.

Las iniciativas realizadas por Embrapa mostraron que el cambio de percepción choca con

la dificultad de organización de los eslabones de la cadena productiva teniendo en vista el pequeño tamaño del mercado de harina de cáscara cerca del volumen de materia prima generada en el procesamiento, lo que no compensaría las inversiones iniciales por parte de las empresas ya establecidas. Por otro lado, las procesadoras de la cáscara, como también ven el producto como residuo, no están dispuestas a pagar por un producto de mejor calidad pues implicaría el encarecimiento del producto final.

Para ayudar en la solución del impasse, dos frentes de investigación se están trabajando simultáneamente. La primera de ellas tiene como objetivo expandir las opciones de ingredientes y productos elaborados con la cáscara, para generar opciones de uso para la industria de alimentos, con el llamado de "alimentos ricos en fibra" con posibles beneficios para la salud (alimentos funcionales). El segundo frente tiene por objetivo estimular la organización productiva de los pequeños agricultores, asociaciones y cooperativas para la formación de pequeñas agrocombustibles y pequeñas empresas de alimentos estructuradas en la filosofía del aprovechamiento integral de frutos, para la preparación de alimentos ricos en fibra de acuerdo con la aptitud productiva de la región.

Los primeros resultados se están haciendo sentir con la generación de tecnologías más adecuadas para la fabricación de la harina de cáscara (RESENDE, et al., 2009), nuevos ingredientes como la masa base de maracuyá y más de 40 productos enriquecidos en fibras probadas en cuanto a la aceptación sensorial, elaborados con ingredientes de la cáscara de pasifloras (Passitec, 2012). En términos de organización productiva, se están iniciando los trabajos con comunidades de las regiones del DF, GO y MG para la realización de proyectos conjuntos orientados al ajuste tecnológico y formación de mercados.

Aprovechamiento de la semilla

Las semillas enteras de maracuyás se utilizan en la decoración de alimentos, cosméticos y productos de artesanía, como velas perfumadas entre otros. Sin embargo, en virtud de la calidad de su aceite, son preferentemente comercializadas para las industrias extractoras, que a su vez comercializan el producto para otras industrias para diferentes finalidades.

Las *Passiflora setacea* y después la *Passiflora nitida*, presentan mayores niveles de aceites en la semilla en comparación con la maracuyá amarilla *P. edulis* favicarpa (Lopes, et al. 2010). En términos de composición, las especies comerciales y silvestres presentan semillas ricas en ácidos grasos poliinsaturados, principalmente omega 6, con predominio del ácido linoleico (Tabla 1). Los ácidos grasos omega (ω 3 y ω 6) desempeñan importantes funciones en la maduración de las membranas celulares cerebrales y en la transmisión de impulsos nerviosos, siendo importantes también en el mantenimiento de la salud cardiovascular (MARTIN et. al, 2006).

A pesar del potencial uso de las semillas de especies silvestres en la producción de aceite, solamente las del maracuyá comercial (*P. edulis* Sims) son utilizadas con esa finalidad en virtud de la disponibilidad de la materia prima. Por lo tanto, para que las demás especies alcancen el

mercado, además de materiales genéticos apropiados, se hace necesario la organización de los eslabones productivos.

Tabla 1. Porcentaje de ácidos grasos principales encontrados en el aceite de semillas de pasifloras *

Passifloras	Fracción ω			
	Contenido de aceites %	Ácido palmítico (C16:0) %	Oleico $\omega 9$ (C18:1c11) %	Linoleico $\Omega 6$ (C18:2) %
<i>P. edulis favicarpa</i>	27 a 28	12	16	68
<i>P. cincinnata</i>	17 a 19	10	11	74
<i>P. setacea</i>	31 a 34	10	20	65
<i>P. nitida</i>	29 a 32	15	25	51

*Tabla ajustada de Lopes, et al. 2010.

El aceite de la semilla del maracuyá amarillo posee propiedades cosméticas emolientes y regenerativas, siendo utilizado en la composición de bastoncillos para el área de los ojos con la finalidad de minimizar ojeras y en la formulación de cremas para promover el rejuvenecimiento.

En el mercado existen varias empresas que suministran aceite de maracuyá de la especie *P. edulis* Sims. Sin embargo, a ejemplo de lo que ocurre con la harina de cáscara, se observa una gran variación en la calidad del producto en términos de contaminantes y acidez. Dos factores contribuyen a esta variación, el estado de conservación de la materia prima en la extracción del aceite propiamente dicha.

Para la obtención de un producto de calidad, es deseable que la semilla esté poco dañada y no fermentada. Por lo tanto, los métodos de despulpado que preservan la semilla son deseados. Estas deben lavarse y almacenarse en condiciones de baja humedad y refrigeración. Tal situación es poco usual en las industrias de despulpa, y el ajuste implica inversiones que no siempre son de interés de las agroprocesadoras de gran porte.

Después de la recepción de la semilla por la extractora, se procede a la etapa de limpieza de la semilla para la retirada del arilo y los mucilagos adheridos a la materia prima. La investigación desarrollada en asociación con la iniciativa privada resultó en el desarrollo de un equipo que mejora la eficiencia de limpieza de la semilla y promueve mayor rapidez en el proceso de lavado. El resultado es la producción de un aceite con alto grado de pureza, baja acidez, y de excelente calidad para uso por las industrias farmacéuticas, alimenticias, y cosméticas (RESENDE et al, 2010).

La extracción del aceite genera como subproducto la torta desgrasada, utilizada principalmente en la fabricación de productos cosméticos exfoliantes. En virtud de su buena calidad proteica y composición de fibras, el subproducto presenta potencial para ser utilizado en la formula-

ción de alimentos enriquecidos en fibra alimentaria (FERRARI, et al., 2004). Además de la torta, la extracción del aceite por el método de Resende et al. (2010) genera un ingrediente deshidratado rico en fibras que también puede utilizarse en la alimentación humana.

Aprovechamiento de la parte aérea

En las áreas rurales brasileñas es frecuente el uso de las hojas de maracuyás (comercial y silvestre) en el control de disturbios nerviosos y como somníferos, entre otras aplicaciones. Sin embargo, sólo tres especies son utilizadas por la industria de fitoterápicos para este propósito: a *Passiflora incarnata*, a *Passiflora alata* e a *P. edulis* (COSTA, 2017).

El principal producto fitoterápico la base de passiflora comercializado en Europa para minimizar los síntomas del estrés es elaborado con hojas y ramas de *Passiflora incarnata*. En Brasil, la materia prima es importada existiendo pocas áreas de producción de la especie en el territorio nacional. Según los empresarios del sector, la opción por la materia prima importada deriva de la calidad del material en términos de concentración de bioactivos y estabilidad de los lotes. De acuerdo con ellos, existe gran variación en los contenidos de los bioactivos en la materia prima nacional, incluso en aquellos provenientes de una misma región cuando se suministran en épocas del año diferentes, lo que dificulta el proceso de fabricación del fitoterápico. El hecho indica la necesidad de desarrollar variedades adecuadas que presenten menor influencia ambiental en la expresión de los compuestos de interés.

La *P. alata* es conocida popularmente como maracuyá, es de la categoría de pasifloras dulces. Sus frutos poseen aroma delicado, presentan menor acidez que el maracuyá amarillo, y sabor dulce. En general la pulpa se consumen "en fresco", pero en virtud de la fragilidad de sus frutos y pequeña vida de estante, su producción se restringe al suministro de hojas y ramas para la industria de fitoterápicos y de cosméticos.

Las hojas son ricas en bioactivos de la categoría de los flavonoides reconocidos por la Farmacopea Brasileña como anti-ansiolítico (COSTA, 2017; ZERAIK et al., 2010). La producción de hojas atiende la demanda de la industria de fitoterápicos y de productos cosméticos, habiendo sido identificados dos flavonoides con efecto significativo en la prevención de arrugas y regenerador de la piel cuyo método de extracción fue patentado por una empresa brasileña (NATURA, 2012).

A partir de extractos metanólicos de hojas secas al aire de *P. edulis* var. *flavicarpa* se extrae un ciclopropano triterpeno glucósido denominado de Passiflorina, principal bioactivo responsable del efecto farmacológico (COSTA & TUPINAMBÁ, 2005). Actualmente existen varios laboratorios de fitoterápicos que utilizan hojas de *P. edulis* en la formulación de sus productos, sin embargo el área de producción destinada a este tipo de utilización es insípiente cerca de las áreas de producción de frutos.

Nuevas oportunidades para la industria

Con el lanzamiento de la primera variedad de *Passiflora setacea*, la BRS Pérola del Cerrado (BRS PC), surge una nueva oportunidad para la agroindustria brasileña. Se trata de una passiflora del grupo dulce, que presenta frutos con cáscara verdosada y rayas longitudinales de tonalidad blanquecina. La pulpa es de coloración amarilla pálida, presenta aroma característico delicado y dulce, que difiere de las demás especies comerciales brasileñas y colombianas (Figura 1).



Figura 1. Aspecto geral do fruto e polpa de Passiflora setacea BRS Pérola do Cerrado.

Posee aptitud para consumo "en fresco" y en la forma procesada en la preparación de jugos, platos dulces y ensalada. La pulpa presenta acidez pH en el rango de 2,98 a 3,31, sólidos solubles totales (SST 14,07 y 18,08), % ATT (2,22 y 3,10) y rendimiento de pulpa (33,70 y (42,51), y niveles elevados de compuestos antioxidantes, principalmente poliaminas y compuestos fenólicos, presentando buenos contenidos de vitamina C, en comparación con el maracuyá amarillo.

De la misma forma que el maracuyá amarillo, además de la posibilidad de comercialización de la pulpa, la cáscara también puede ser aprovechada como materia prima para la extracción de pectinas, preparación de harinas. Las semillas tienen gran potencial en la producción de aceites para fines alimentarios y cosméticos, así como los subproductos generados.

Como se trata de un fruto con características diferentes de sus parientes comerciales, no compite con los productos existentes y puede ser considerado como una nueva oportunidad de negocios para aquellos que desean innovar su línea de producción o iniciar un negocio con un diferencial de mercado.

Consideraciones finales

El desarrollo de tecnologías que, permitan el aprovechamiento integral de frutos no solo promueve nuevas oportunidades de renta para los segmentos productivos, mas principalmente te ayuda en la reducción de los desperdicios de alimentos y materias primas que podrías ser apro-

vechados por la cadena de producción.. Para que estas tecnologias se transformem en productos y lleguen alconsumidor final, las acciones coordinadas son de fundamental importancia y se deben insertar en el segmento de la investigación, de la producción rural y en el sector industrial.. Para que esto suceda, por tanto, , las acciones gubernamentales materializadas en las políticas públicas son fundamentales y deben ser consideradas en el proceso de innovación tecnológica.

Referências

- COSTA, A.M. Propriedade das passifloras como medicamento e alimento funcional. In **Maracujá do cultivo à comercialização**. JUNGHANS, T.G.; JESUS O.N. Maracujá do cultivo à comercialização. Embrapa; cap..13, p.p.299-318. 2017.
- 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. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.
- FERRARI, R. P.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 1, p. 101-102, abr. 2004.
- FERREIRA, R. F. (Org.). **Frutas nativas da região centro-oeste do Brasil**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2010. p. 247-264.
- IBGE. **Produção agrícola municipal : culturas temporárias e permanentes**. ESTATÍSTICA., I. B. D. G. E. 43: 57 p. 2016.
- LOPES, R.M.; SEVILHA, A.C; FALEIRO, F.G.; SILVA, D.B.; VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T.S. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de passifloras nativas do Cerrado brasileiro. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v, 32, n. 2 p 498-506, 2010.
- MARTIN C.A.; ALMEIDA V.V; RUIZI, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.. SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Ver. Nutr.** 19: 761-770. 2006.
- NATURA. Disponível em: < <http://www.naturaekos.com.br/biodiversidade/maracuja/?gclid=CKb49LjOua4CFYmc7Qod2ndWjQ> >. Acesso em: 25 fev. 2012.
- PINHEIRO, ER. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*passiflora edulis* flavicarpa): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. Tese de mestrado Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, Florianópolis, maio, 2007. 79p.
- RAMOS AT, CUNHA MAL, SABAA-SRUR AUO, PIRES VCF, CARDOSO MAA, DINIZ MFM, MEDEIROS CCM. Uso de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* na redução do colesterol. **Revista Brasileira Farmacognosia**, 17:592-597, 2007.
- RESENDE, E. D.; RESENDE, E. D.; Oliveira, E.M.S; CENCI, S. A. **Processo de separação e purificação da casca de frutas para obtenção da farinha da casca e pectina**. 2009, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: PI09161619, data de depósito: 18/08/2009, título: "Processo de separação e purificação da casca de frutas para obtenção da farinha da casca e pectina", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- RESENDE, E. D.; RESENDE, E. D.; REGIS, Suelen Alvarenga; CENCI, S. A. **Aparelho e processo de separação e purificação de sementes e arilo/mucilagens de polpa de frutas para obtenção de óleo, torta desengordurada e arilo/mucilagem desidratado**. 2010, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: PI10134646, data de depósito: 15/10/2010, título: "Aparelho e processo de separação e purificação de sementes e arilo/mucilagens de polpa de frutas para obtenção de óleo, torta desengordurada e arilo/mucilagem desidratado", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

VICENTINI, G. C.; COSTA, A. M.; MADALENA, J. O. M. Descritores morfológicos quantitativos de *Passiflora setacea* em cultivos orgânicos e convencionais. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal, RN. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade. **Resumos**. 2010.

ZERAIK, M.L. PEREIRA, C.A.M.; ZUIN, V.G.; YARIWAKE, J.H. Maracujá: um alimento funcional? Revista Brasileira de Farmacognosia, **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, 20(3): 459-471- jun/jul. 2010.

CAPÍTULO 14

Innovación Tecnológica en el Desarrollo de Arreglo Productivo Local del Maracuyá



Innovación Tecnológica en el Desarrollo de Arreglo Productivo Local del Maracuyá

Sérgio Agostinho Cenci¹; Daniel Trento do Nascimento²

Introducción

Este capítulo aborda la cuestión de la innovación tecnológica como factor fundamental para el desarrollo de un Arreglo Productivo Local (APL). Se presenta, como estudio de caso, la experiencia desarrollada en las regiones Norte y Noroeste del estado de Río de Janeiro, Brasil, en la cadena productiva del maracuyá. Se trata de innovaciones, tanto en el mejoramiento e introducción de variedades más adaptadas a la región, como en el desarrollo de nuevos equipos y procesos para aprovechamiento de residuos y agregación de valor. El aspecto organizacional y la implicación de agentes públicos y privados también se abordan en el texto y se hace consideraciones sobre los avances que una innovación tecnológica puede traer a todo el sector.

Consideraciones sobre APL e innovación tecnológica

Arreglos Productivos Locales

La discusión y aplicación del concepto de Arreglo Productivo Local pasó a ganar mayor importancia en la década de los 90, principalmente en los países en desarrollo, como Brasil. Dos casos fueron emblemáticos para este proceso: el Valle del Silicio, en California, EE.UU., con la aglomeración de industrias de informática y tecnología de la información; y Emilia Romagna, en Italia, que, en un ambiente recesivo, logró altos índices de desarrollo con los llamados distritos *marshalianos*, en alusión a la idea de distrito industrial, del economista inglés Alfred Marshal (siglo XIX), y revisada por Giacomo Becattini, en la década de 80 (BECATTINI, 1991). No se puede negar también la influencia del Baden-Württemberg, en Alemania, considerada una de las regiones más innovadoras de Europa, así como de los "Keiretsu", en Japón.

El concepto de APL tiene su origen en los "clusters industriales" (PORTER, 1990, KRUGMAN, 1991), utilizado en los primeros estudios sobre las aglomeraciones productivas, en la década de 1970. Arreglo Productivo Local puede ser definido como aglomeraciones de empresas, firmas y agentes económicos, políticos y sociales, interactuando en un mismo territorio y actuando en actividades productivas similares en busca de mayor competitividad regional por medio de cooperación y aprendizaje (LASTRES et al., 2002).

¹Embrapa Agroindústria de Alimentos, CEP: 70770-901 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Embrapa Sede, CEP: 70770-90, Brasília, DF, Brasil

Otros términos también se utilizan como clusters, distritos industriales, sistemas locales de innovación, sistemas de producción local, entre otros y, aunque existen diferencias conceptuales (LASTRES y CASSIOLATO, 2003), van en la misma línea de los APL, con la visión de articular actores y fuerzas dentro de un mismo territorio con el objetivo del desarrollo.

De acuerdo con Porter (1998), ese tipo de arreglo con empresas y actores interconectados aumenta la productividad, reduce costos, y articula competencia con cooperación entre sus actores y proporciona mayor competitividad a las empresas en él insertadas.

Algunos elementos comunes ayudan a identificar y caracterizar un APL y entre los diversos enfoques, se pueden resumir en los siguientes ítems (LASTRES et. al. 1998; GROCCO et. al., 2003; DALLA VECHIA, 2006; CASTRO, 2009):

- a. Dimensión territorial (proximidad geográfica);
- b. Especialización sectorial;
- c. El predominio de las pequeñas y medianas empresas;
- d. Diversidad de actividades dentro del mismo sector;
- e. Coexistencia de cooperación y competencia entre las empresas;
- f. Intercambio de información basada en la confianza;
- g. La innovación y el aprendizaje;
- h. Existencia de organizaciones de apoyo y fomento efectivamente activas;
- i. Alianzas con poder público local; y
- j. Gobernanza

En Brasil, ganó mayor uso el concepto de APL. Como bien resume Mendonça (2008), el enfoque de APL adoptada por la Redesist (2014) es que, sea donde haya producción, habrá siempre un arreglo alrededor de la misma, involucrando a los más diversos actores y, según su complejidad, pueden ser clasificados, de acuerdo con Mytelka y Farinelli (2000), en APLs informales, APLs organizados y APLs innovadores. Las características de cada tipo de APL se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipología de los Arreglos Productivos Locales (APLs) y sus características.

	APLs informales	APLs organizados	APLs innovadores
Existencia de liderazgo	Bajo	Bajo a medio	Alto
Tamaño de las firmas	Micro y pequeña	Pequeña y media	Pequeña, media y grande
Capacidad innovadora	pequeña	alguna	Contínua
Confianza interna	pequeña	Alta	Alta
Nivel tecnológico	pequeña	media	media
Vínculos	Alguno	Alguno	Extendido
Cooperación	Pequeña	Alguna a alta	Alta
Competencia	Alta	alta	Media a alta
Nuevos productos	Pocos	Ninguno	Algunos continuamente
Exportación	Pocos o ninguno	Media a alta	alta

Fonte: Mytelka y Farinelli (2000) apud Mendonça (2008).

Además de un espacio de interacción, competencia y cooperación entre las empresas, el APL puede y debe involucrar a la comunidad en la construcción de los objetivos y rumbos de desarrollo de la región donde se desarrolla. En este sentido, el desarrollo de un APL, si bien articulado, puede, además de proporcionar la organización productiva de empresas y sectores de la economía, también promover el desarrollo territorial, pues moviliza capacidades en pro de objetivos comunes a los sectores público y privado, beneficiándose sociedad como un todo por medio de la generación de empleo y renta.

Los ejes de actuación de un APL deben necesariamente involucrar la articulación política e institucional, líneas de fomento, sensibilización y capacitación. Todo ello con el objetivo de estimular la innovación y la agregación de valor. Y para que esto ocurra, la cooperación entre actores públicos y privados será fundamental para la construcción de una gobernanza.

Dos elementos cruciales para el éxito de un APL son: conocimiento e innovación tecnológica. La articulación entre los actores involucrados debe promover el aprendizaje organizacional y el desarrollo de capacidades de diversas naturalezas, siendo estos los muelles propulsores de los avances tecnológicos, que sólo serán posibles, si encuentran un ambiente favorable para su consecución.



Figura 1: Factores determinantes de un Arreglo Productivo Local (APL)
Fonte: Sebrae (2005)

Así, como se percibe en la figura 1 sólo la cooperación no resuelve. Es necesario desarrollar capacidades, generando aprendizaje organizacional y teniendo la innovación tecnológica como clave para la mejora de la competitividad.

En el caso en cuestión, se aborda un APL en una cadena productiva agrícola, el APL-maracuyá. La innovación tecnológica ha sido uno de los factores cruciales para la mejora de la cadena generando resultados extremadamente positivos, ampliando la complejidad de la misma, agregando valor y recuperando la viabilidad de una cultura agrícola desacreditada en la región de estudio. Además, el caso aborda los avances en la cuestión ambiental, pues involucra el aprovechamiento de residuos antes descartados por las industrias de pulpas y jugos de la región.

Con base en Mytelka y Farinelli (2000) y Castro (2003), el APL en cuestión puede ser clasificado como un APL en desarrollo con características de un APL organizado e innovador, pues presen-

ta cierta aglomeración sectorial de pequeñas y medianas empresas, sin embargo, estas aún no poseen una relación cooperativa institucionalizada entre sí. La cooperación se da en acciones independientes, motivadas por sus agentes y, además, actores públicos aún no se involucrar decisivamente. Por otro lado, hay innovación continua, nuevos productos lanzados y demanda creciente, incluso del exterior.

Innovación tecnológica

En la concepción clásica de Schumpeter (1961), la innovación puede ser conceptualizada como la introducción de un nuevo producto, servicio o proceso en el mercado o sociedad. Para el autor, la innovación tecnológica es el motor del desarrollo económico y, aunque, ocurra de forma descontinuada, dan lugar a un proceso llamado "destrucción creadora", o sea, si por un lado una nueva tecnología hace la anterior obsoleta haciendo con que viejas estructuras sean abandonadas, se crean nuevas estructuras, reorganizando el sistema productivo con la inserción de nuevos productos, servicios o procesos.

En resumen, la innovación puede ser considerada como la creación de algo original que genera impacto en el mercado o la sociedad. Es la aplicación de mejores soluciones a problemas existentes. El término innovación puede ser definido como algo nuevo, original e importante en cualquier campo de actuación y, consecuentemente, que tenga impacto en el mercado o sociedad (FRANKELIUS, 2009).

Un punto importante en este debate es diferenciar la innovación de la invención. En cuanto invención o creación es la generación de una nueva idea para la solución de problemas existentes, la innovación se refiere a la implementación de esta nueva idea en el mercado o sociedad, o sea, la innovación tecnológica es un proceso más complejo que tiene como objetivo llevar la nueva idea a la práctica y hacer que ésta sea adoptada por sus usuarios, justamente por sus características originales, mejores que las anteriores.

Un concepto que ha ganado fuerza en los medios académicos y empresariales es el concepto de innovación abierta. Esto ocurre debido a la percepción de la limitación en generar innovación exclusivamente dentro de los departamentos de I & D (CHESBROUGH, 2003). La organización necesita mirar hacia fuera, buscar nuevos socios y fuentes de ideas para promover la innovación, es decir, según Gassmann y Enkel (2004), las organizaciones deben promover ideas internas y externas y buscar alianzas que propicien un arreglo colaborativo para que esto ocurra.

En este contexto, se pretende explorar el componente de innovación tecnológica en la promoción de un arreglo productivo local aún en formación, pero que ha sido marcado y dinamizado justamente por la inserción de nuevos componentes tecnológicos, sea en términos de mejores variedades de pasiflora, sea en el desarrollo de nuevos productos y procesos.

Contextualización de la producción de maracuyá en el estado de Río de Janeiro

Brasil produce, anualmente, más de 776 mil toneladas de maracuyá de diversas variedades, cultivadas principalmente por pequeños productores (IBGE, 2013). Se estima que el 40% de la producción de maracuyá es procesada por las pequeñas y medianas agroindustrias repartidas por el país (EMBRAPA, 2012).

El Estado de Río de Janeiro es el segundo mayor mercado consumidor de Brasil. Esta característica plantea oportunidades y un gran desafío para los agricultores fluminenses, es decir, producir alimentos en volumen y calidad para atender la demanda y al mismo tiempo lograr competir con la entrada de productos de otros estados.

La agricultura del estado de Río de Janeiro, presenta una baja participación en el PIB con algo en torno al 3,7% (CEPEA, 2013), muy en función de la competencia de sectores de gran impacto en la economía regional, incluso nacional, como el petróleo, gas, siderurgia, metal mecánico y naval. Sin embargo, existen áreas de producción agrícola distribuidas por el interior con fuerte contribución a la economía regional, como la región serrana con concentración de productores y procesadores de hortalizas y las regiones Norte y Noroeste fluminense, tradicional región agrícola que tuvo épocas doradas en el ciclo de la caña y café y, actualmente, poseen potencial para el desarrollo de la fruticultura.

En estas regiones del estado, varios factores favorecen el crecimiento de la actividad agrícola como la proximidad de grandes mercados (Río de Janeiro, Vitória y Belo Horizonte), buena logística y condiciones edafoclimáticas favorables para la fruticultura.

Las regiones tienen hoy una producción de frutas tropicales como piña, maracuyá, guayaba y coco, como se observa en la Figura 2 (FIRJAN, 2012):

La piña y el coco son los cultivos con áreas más grandes. La producción de piña ocupa 6.496 hectáreas y la producción de coco verde, 2.090 hectáreas. En cuanto al maracuyá, el área con cultivo en Río de Janeiro alcanzó 609 hectáreas, en 2012, con una producción de 11.541 toneladas, lo que corresponde a una productividad de 18.951 kg / hectárea (IBGE, 2013).

Hay un mercado importante tanto para el consumo "en fresco", como para el procesamiento de la fruta, ya que más del 75% del maracuyá consumido en el estado procede de otros estados como Pará, Bahía, São Paulo, Sergipe y Minas Gerais.

También hubo la instalación de diversas empresas procesadoras de jugos y pulpas. Un hecho reciente que merece destacarse fue la reactivación de la fábrica de jugos Bela Juana, pivote de la crisis de la producción de maracuyá, al inicio del programa Fructificar. Se espera que sólo esta fábrica produzca mensualmente cuatro millones de litros de jugos naturales, refrescos, energéticos y otros productos. Esto significa que la fábrica puede consumir hasta 17 mil toneladas de frutas al año (IOERJ, 2012), lo que puede servir de oportunidad para los productores de la región.

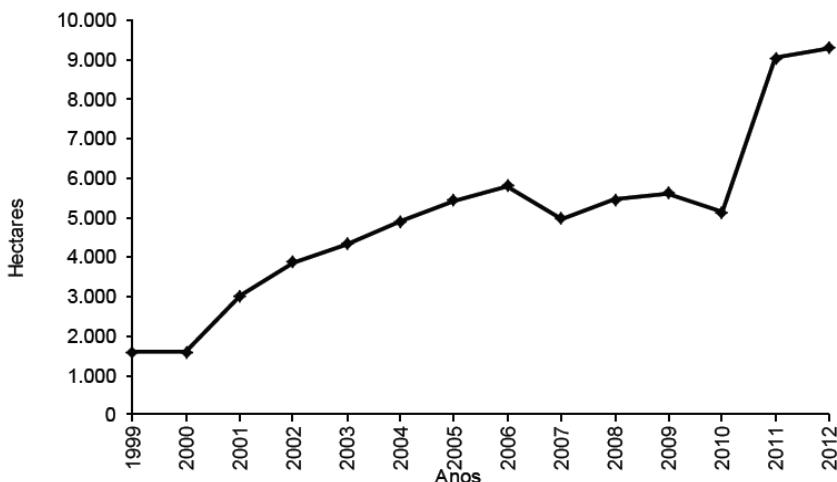


Figura 2. Evolución del área plantada con frutas tropicales en las regiones Norte y Noroeste del estado de Río de Janeiro.

Fonte: IBGE, (PAM - 1999/2010) y IBGE (LSPA – 2011/2012) *apud* FIRJAN, 2012.

Crecimiento y caída de la producción de maracuyá en el estado de Río de Janeiro

La producción de maracuyá en las regiones Norte y Noroeste del estado de Río de Janeiro tuvo su auge en el año 2003, pero siempre manteniendo la característica de producción familiar.

Un factor importante fue la implantación de un programa para el desarrollo de la fruticultura en el estado de Río de Janeiro, Programa Frutificar, que tiene por objetivo el aumento de la producción y productividad de frutas a través de línea de crédito para financiamiento de proyectos de producción de frutas. Este programa incentivó la instalación de una fábrica de jugos para fomentar la producción de frutas en el estado que, en conjunto con financiamiento y asistencia técnica prometida por el gobierno, apalancó la producción de maracuyá en la región, llegando a alcanzar un área de producción de alrededor de 1700 hectáreas en 2003.

Sin embargo, lo que parecía éxito garantizado, ya que había productores y procesadores para articular la cadena, se transformó en gran decepción para los productores. Esto se dio por cuestiones de deficiencias técnicas, relacionadas con el cultivo del maracuyá (problemas fitosanitarios y de ataque de plagas), y mercadológicas, que comprometieron sobremanera la producción, reduciendo el área plantada a menos de 300 hectáreas en 2007, incumplimiento por encima del 70% en el pago de los préstamos por parte de los productores (ERBAS, 2003).

Con el escenario anterior, no es difícil entender por qué la producción de maracuyá en la región ha entrado en declive. Si por un lado hubo incentivo gubernamental para producción dentro del Programa Frutificar, principalmente vía financiación de la producción, por otro, faltó asistencia técnica y políticas complementarias de apoyo al productor.

En ese contexto se inició el desafío de reactivar la producción de maracuyá de forma sostenible en el estado de Río de Janeiro. En ese sentido, se procura presentar un breve histórico de los avances obtenidos hasta el momento en el intento de reactivación de una cadena productiva prometedora, pero que por diversos factores se encontraba desacreditada cuando del inicio de los esfuerzos de revitalización de la actividad en el estado.

Perspectivas de recuperación de la producción sostenible de maracuyá en el estado de Río de Janeiro

Un componente importante para la recuperación de esta actividad en el estado fue la contribución de Embrapa¹ y sus socios a través de la implementación de proyectos de PD & I. Dentro de ese enfoque, había, en la época, tres expectativas principales que orientaron los esfuerzos.

La primera se refería al establecimiento de una nueva visión holística de la importancia de la integración materia prima e industria en el agronegocio, cuya sostenibilidad depende fuertemente de esa acción conjunta. De la misma forma que la industria necesita una materia prima con calidad y estándares industriales, el productor necesita de la industria como garantía de mercado en la venta de su producto.

La segunda era garantizar la mejora de los indicadores socioeconómicos de la región con la incorporación de tecnologías y el entrenamiento y capacitación de los técnicos y productores rurales, el incentivo para el hombre del campo con trabajo sostenible y rentable y, con la ampliación de la oferta de empleo y renta en la industria de forma más duradera.

La tercera expectativa, y no menos importante, fue la de agregar valor y dar seguridad ambiental a la cadena productiva, con el uso de los residuos de la industrialización de jugos para la obtención de nuevos productos derivados de la cáscara y de la semilla.

La implementación del proyecto APL-Maracuyá en el estado de Río de Janeiro se dio en dos fases principales.

Primera fase

Esta fase contempló e implementación de acciones de PD & I en el proyecto denominado "Innovación Tecnológica para el Desarrollo Sostenible de la Cadena Productiva del Maracuyá en el Arreglo Productivo Local de la Región Norte Fluminense", y tuvo como objetivo general diagnosticar las debilidades y fortalezas de las tierras del Norte fluminense al el proceso productivo y, pronosticar escenarios referentes a las nuevas tecnologías de las cadenas de producción y de industrialización del maracuyá, garantizando oportunidades futuras sociales y económicas de la producción y de las amenazas ambientales resultantes de sus implementaciones. Se trata de una fuerza de trabajo multidisciplinaria e interinstitucional que involucra a más de 40 investigadores.

¹ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Cerrados e Embrapa Solos.

Esta fase tuvo un foco importante en I & D, profundizando en los siguientes temas:

- a. Detalle del potencial de las tierras para el cultivo del maracuyá: diagnóstico y pronóstico;
- b. Manejo agroecológico de plagas y enfermedades del maracuyá;
- c. La tecnología de post-cosecha y de procesamiento;
- d. Procesos industriales: desarrollo tecnológico de nuevos productos derivados de los residuos de las agroindustrias (cáscara y semilla);
- e. Caracterización del arreglo productivo de maracuyá en el Norte fluminense; y
- f. Capacitación para la aplicación de la legislación de buenas prácticas agrícolas y de fabricación en el segmento de productos de la cadena productiva del maracuyá en el Norte fluminense.

Este proyecto mayor tuvo desdoblamientos a lo largo de su ejecución, contemplando nuevos socios, acciones y proyectos, con destaque para el proyecto "Instalación de una planta de extracción de aceites a partir del uso de residuos de la industria de jugo de maracuyá visando el desarrollo de coexistencia -productos de alto valor agregado".

Como principales resultados de I & D obtenidos se destacan:

- a. Generación de mapas de las clases diferenciadas de potencial pedoecológico, con el detalle del potencial de los suelos de la región Norte Fluminense para la cultura del maracuyá y con el diagnóstico de la favorabilidad de las tierras;
- b. Diagnóstico fitosanitario de la cultura del maracuyazeiro, que permitió el desarrollo y la implementación de sistemas y métodos de control agroecológicos de plagas y enfermedades;
- c. Nuevos materiales genéticos (variedades y porta-injertos más productivos, tolerantes y resistentes a las enfermedades) como forma de atender demandas planteadas ante los productores en las caravanas realizadas para sensibilización;
- d. Procesos y equipos para lavado y secado de la semilla y extracción del aceite y para la obtención de la harina purificada de la cáscara;
- e. Nuevos productos procedentes del aprovechamiento de residuos alineados con la química verde y los alimentos nutracéuticos, como se observa:
 - i. Aceite de la semilla de maracuyá de alta calidad, apto para uso en las industrias de cosméticos y farmacéutica;
 - ii. En la mayoría de los casos, la mayoría de las personas que sufren de este tipo de alimentos,

- iii. Harina purificada de cáscara de maracuyá, demandada por la industria de alimentos y con fines fitoterápicos

Segunda fase

Con base en los conocimientos y resultados de I & D generados en la primera fase, se percibió que la innovación tecnológica sería fundamental para el desarrollo de la cadena de forma sostenible. En este sentido, la segunda fase priorizó la innovación tecnológica y fueron involucrados investigadores, técnicos, educadores, productores y empresarios de Río de Janeiro y otros estados en la búsqueda de soluciones para el campo, para la agroindustria y en la generación de nuevos productos y procesos, trayendo beneficios para toda la cadena de valor y la región.

Los focos de actuación de la segunda fase fueron:

- a. Instalación de Unidades Demostrativas para producción sostenible de maracuyá a partir del uso de nuevas variedades (BRS Ouro Vermelho, BRS Sol del Cerrado, BRS Gigante Amarillo y BRS Rubí), y porta-injertos, resistentes a las enfermedades del maracuyá;
- b. Estudio de la calidad y punto de cosecha para el almacenamiento de los cultivares de maracuyá antes citados;
- c. Implementación de mejoras de procesos en la industria para la obtención de coproductos de alto valor agregado a partir de la semilla, residuo de la industria de jugo y pulpa de maracuyá;
- d. Acciones de comunicación para la transferencia de tecnología;
- e. Estudio de pre-viabilidad técnica y económica de las tecnologías propuestas.

Como principales resultados de esta segunda fase, se puede destacar la continuidad de acciones iniciadas en la primera fase del proyecto, principalmente, orientadas a la Innovación Tecnológica y la implementación de nuevas acciones de transferencia de tecnología demandadas, posibilitando desarrollar de forma más sostenible la cadena productiva del proceso, maracuyá en el estado de Río de Janeiro.

Las acciones de transferencia de tecnología, de mejoras de procesos, así como la introducción de nuevos materiales genéticos más productivos y resistentes a las principales enfermedades en el APL-Maracuyá de Río de Janeiro contribuyeron al logro de resultados importantes.

Se espera que, a medio plazo, con la mayor participación del gobierno estatal a través de políticas de incentivo a la plantación y aumento de la productividad, sea posible atender la demanda de 50.000 toneladas de la fruta por parte de la industria local, con el suministro de un producto de mejor calidad, más sana y con menor agresión al medio ambiente y a la salud del agricultor. Con ello, toda economía de la región se beneficiará con la generación de renta y empleo, pudiendo generar aproximadamente 8.000 empleos directos en toda cadena.

Método de trabajo

El histórico presentado en los ítems 1 y 2 aborda el ascenso y caída de la producción de maracuyá en el estado de Río de Janeiro y el actual momento de revitalización de la actividad en el estado impulsado en buena parte por las acciones de PD & I promovidas por la Embrapa y los diversos actores públicos, privados y no gubernamentales involucrados. En este sentido, para registrar el método de trabajo, se procura presentar, en consecuencia, cómo se dio ese proceso de rescate, revitalización y agregación de valor a la producción de maracuyá en el estado de Río de Janeiro.

Sensibilización y articulación de asociaciones

En vista de todo histórico con problemas de diversas naturalezas con el cultivo del maracuyá en la región y, consciente de que había una incredulidad en el imaginario de los productores en relación a este cultivo, se procuró trabajar con la sensibilización. Es decir, sería fundamental sensibilizar a todos los actores que un nuevo momento estaba en camino.

Así, fueron involucrados en los trabajos gobiernos municipales, gobierno estadual por medio de la participación de órganos como Emater, Pesagro-Rio, Programa Frutificar, agencias de fomento (Faperj), Firjan, las universidades y el Instituto Federal de Tecnología y Educación (Campus de Bom Jesus do Itabapoana), así como políticos y liderazgos locales, procesadores y, principalmente, los productores rurales, agricultores familiares en su mayoría.

Las acciones de sensibilización se dieron por medio de giras realizadas por todo el estado, en las cuales se hizo también el levantamiento de demandas, donde se identificó como principal demanda del sector productivo la necesidad de variedades de maracuyás mejoradas para hacer frente a los problemas fitosanitarios de muerte de plantas.

Acciones de comunicación y transferencia de tecnología

Además de las giras, las acciones de comunicación enfocadas en los productores, procesadores, liderazgos locales y en el mercado fueron fundamentales. Se organizaron varios días de campo para presentar nuevas tecnologías y discutir formas de enfrentar problemas relatados por los involucrados. También se produjeron programas de TV y material periodístico motivados por los resultados que el proyecto venía alcanzando, así como creada una página en internet para divulgar las acciones en curso.

Una variable importante fueron las acciones de formación y capacitación de los agentes de la cadena productiva del maracuyá, tanto en Buenas Prácticas Agropecuarias, como en Buenas Prácticas de Fabricación, permitiendo la implementación de las mejoras en el campo y en las agroindustrias.

Otra estrategia de transferencia de tecnología fue la creación de unidades demostrativas de producción sostenible de maracuyá y de procesamiento de residuos, instalados en áreas de productores, procesadores y del Instituto Federal de Tecnología y Educación, seleccionados por el proyecto.

Foco en la innovación tecnológica

Como se ha visto anteriormente, la innovación se refiere a la aplicación de nuevos conocimientos y tecnologías en el mercado o sociedad. Para que las nuevas tecnologías generadas en las etapas de I & D, que a su vez tuvieron algunas demandas prospectadas en las caravanas de sensibilización, era fundamental un arreglo de socios para viabilizar la innovación propiamente dicha, es decir, proporcionar a los beneficiarios de las tecnologías acceso a las mismas y a toda la información relacionada con ellas y, sobre todo, iniciar el proceso de utilización para validarlas y, en caso de éxito, pasar a adoptarlas. En fin, un proceso largo y laborioso, pero fundamental para que los esfuerzos de I & D tuvieran impacto en el mercado y en la sociedad.

Así, los principales actores y acciones dirigidas hacia la innovación fueron:

- a. Uenf: la Universidad Estatal del Norte Fluminense (Uenf) ha sido un actor fundamental para las acciones de innovación. En conjunto con la UENF, la Embrapa ha conducido trabajos con foco en el aprovechamiento de residuos.

Para ello, se han desarrollado nuevos procesos y equipamientos, como el prototipo del equipo para lavado de la semilla de maracuyá y posterior extracción del aceite. Este equipo fue validado en la industria en un proceso colaborativo entre las dos instituciones de investigación y la empresa privada, perfeccionado el prototipo y poniendo en práctica lo que se llama innovación abierta.

- b) Extrair Óleos Naturais: es la empresa que está procesando y comercializando el aceite de la semilla de maracuyá y otros co-productos, como el salvado desengrasado y la semilla deshidratada para su uso en la industria del cosmético, farmacéutica y de alimentos. Son acciones de emprenderismo y pionerismo, con el fin de que se trata de una empresa nueva en un nuevo sector, pues la empresa utiliza como materia prima los residuos de las industrias de jugos y pulpas de la región. Así pues, la empresa Extrair, que actúa dentro del concepto de innovación abierta, ha buscado en los socios innovaciones para la implementación de una agroindustria para el procesamiento de residuos agroindustriales, generando semillas deshidratadas, aceites y salvado desengrasado de alta calidad. El apoyo técnico de los investigadores de Embrapa y de la Uenf permitió también ajustar los procesos y los equipos que garantizan la eficiencia en la limpieza y secado de las semillas, así como la calidad del aceite producido.

La instalación de la industria contó con el apoyo de diversos actores gubernamentales como de la Fundación de Apoyo a la Investigación en el Estado de Río de Janeiro (FAPerj), que concedió financiamiento para implantación de la misma; y de la municipalidad de Bom Jesus de Itabapoana/RJ.

- c) Embrapa: Embrapa, además de coordinar toda esta red para el desarrollo del APL-Maracuyá a través de la innovación tecnológica, también ha contribuido con diversos esfuerzos de PD & I, entre los que destacan el desarrollo, la validación y la introducción de nuevos materiales genéticos (nuevas variedades de fruta de la pasión); y evaluación de la calidad de los productos como aceite y salvado desengrasado; implementación de buenas prácticas de producción agropecuaria junto a los productores y buenas prácticas de fabricación junto a las agroindustrias.
- d) Pesagro-Rio: el otro socio importante en el proceso es la Empresa de Investigación Agropecuaria del Estado de Río de Janeiro (Pesagro-Rio), que ha conducido trabajos en las Unidades Demostrativas del proyecto y también trabajos dirigidos a la producción de plántulas mejoradas con el uso de porta-injertos resistentes a la producción enfermedades.
- e) IFF: el Instituto Federal Fluminense (IFF), el campus de Bom Jesus do Itabapoana / RJ, también ha sido un socio importante, pues además de implementar los trabajos de producción de plántulas, ha sido una institución de enseñanza que ha actuado en la sensibilización, capacitación y capacitación de alumnos, productores y liderazgos de la región para el fortalecimiento de la cadena y del APL-Maracuyá, con sede en una de las Unidades Demostrativas del proyecto.
- f) Productores: productores, estratégicamente seleccionados, localizados en diferentes regiones del estado hospedan y conducen en sus propiedades las Unidades Demostrativas de producción sustentable de maracuyá, bajo la orientación de los técnicos involucrados.

Coordinación y Gestión

Todas las acciones y resultados sólo serían posibles con una buena coordinación y articulación con los actores involucrados. En este sentido, cede a Embrapa el papel de liderazgo técnico en este esfuerzo conjunto de construcción de un arreglo para el desarrollo local.

Fortalecimiento de la cadena de valor

Como se observó por Nacimiento et. al. (2012), la entrada de la empresa Extrair en la cadena fue de gran relevancia, pues la industria que hace uso de los residuos entra en la etapa de procesamiento. Sin embargo, como a partir de su operación se generan nuevos productos, algunos más nobles que los productos usuales, como es el caso del aceite extraído de la semilla, una nueva cadena, o una subcadena, acaba formándose, con varios flujos de productos y capital (Figura 3).

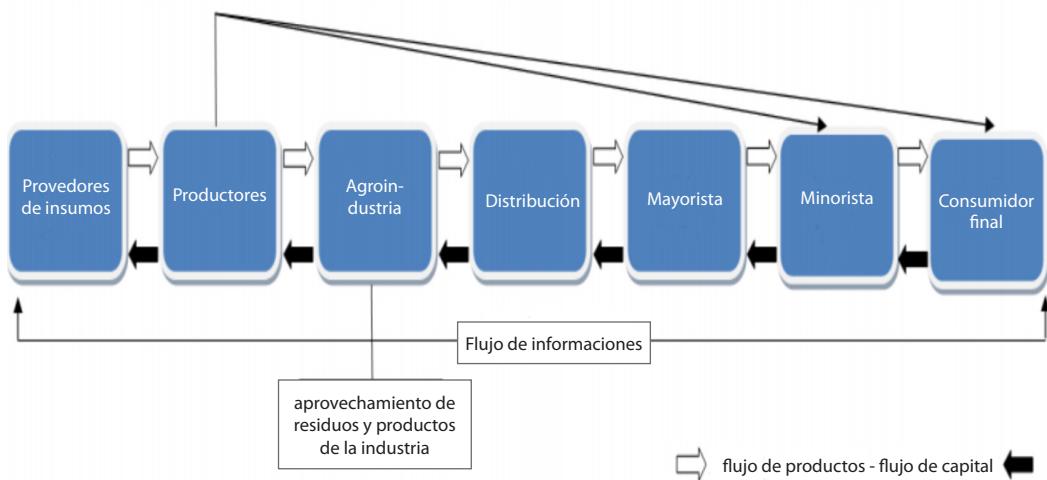


Figura 3. Análisis de la cadena de valor.

Fonte: Nascimento, 2013.

En resumen, hay una innovación importante en el arreglo productivo del maracuyá en la región, con generación de empleo y renta, así como dinamización de toda cadena surgiendo así nuevos actores y productos en la cadena, como se observa (NASCIMENTO et. al., 2012):

- a. Productores rurales utilizando nuevas variedades de maracuyá;
 - b. Industrias de jugo y pulpa de maracuyá (que pasan a ser proveedores de materia prima, el residuo);
 - c. Transportadores (que para la nueva tecnología tiene que adaptarse para el transporte requerido con los desechos de las fábricas de pulpas y jugos, que antes eran descartados en esta etapa de la cadena);
 - d. Procesadores de la materia prima (residuo) para generación de semilla deshidratada, del aceite y salvado desengrasado;
 - e. Compradores (empresas de cosméticos, aceite y torta, empresas de alimentos y raciones, salvado y semilla deshidratada);
 - f. Consumidores finales (pasan a contar con nuevos productos, de mayor valor agregado y más aplicaciones en los usos del día a día contando incluso con productos con fines medicinales).

La tecnología de extracción de aceite de la semilla de maracuyá presenta resultados consistentes tanto en términos económicos, como sociales y ambientales. La industria de jugos y pulpas de maracuyá en el estado de Río de Janeiro puede generar un pasivo ambiental de aproximadamente 35.000 toneladas de residuo procedente del procesamiento del fruto. Así, queda evidente la importancia ambiental de la tecnología en su macroambiente.

En términos económicos, en un análisis más amplio, se verifica que el producto que era considerado residuo, puede ser el producto de mayor valor agregado de la cadena superando los productos tradicionales de la cadena productiva.

En lo que se refiere al aspecto social, la tecnología desarrollada por Embrapa y sus socios posibilitó la creación de una empresa específica para este fin, o sea, extraer el aceite de la semilla de maracuyá. Este hecho es de suma importancia, pues además de dinamizar la economía de la cadena productiva, genera empleos, renta y desarrollo local.

En el presente trabajo se analizó el análisis de impacto elaborado por Embrapa (NASCIMENTO et al, 2012), "se percibe que esta tecnología presenta resultados consistentes en sus primeros años de adopción. Es una tecnología que involucra a otros actores y tiene un papel importante para dinamizar la cadena productiva del maracuyá, pues involucra tanto los productores rurales, las industrias procesadoras del fruto, los transportistas y el consumidor final".

Desdoblamientos y consideraciones

Un primer desdoblamiento que se puede sacar con la experiencia presentada fue el rescate de la credibilidad de los técnicos y productores en relación al cultivo del maracuyá, ayudando a incrementar el "fomento" de la producción. Una cultura que tuvo un pasado marcado por diversos problemas como plagas y programas gubernamentales fracasados, logró, por medio de innovación tecnológica, revertir el declive del cultivo y promover avances en toda la cadena de valor.

En esa misma línea, otro factor importante ha sido el papel de la innovación de nuevos procesos y equipamientos para dinamización de la cadena productiva. El desarrollo del equipo para lavado y extracción del aceite de la semilla sirvió de base para el surgimiento de una nueva empresa para explotar ese potencial y poner la creación en la práctica y viabilizar la innovación tecnológica de hecho.

Además, con la entrada de ese nuevo actor en la cadena, materiales que antes eran rechazados y formaban un pasivo ambiental para las industrias, pasaron a ser la principal materia prima de la nueva empresa.

En este escenario, tras obtener éxito con el aprovechamiento de los residuos, la empresa ha innovado y está lanzando nuevos productos en el mercado como el salvado desengrasado de la semilla.

En términos de gobernanza, también es notorio el avance de las articulaciones y las diversas alianzas que han sido viabilizadas gracias a los aportes tecnológicos. En este sentido, se enfatiza aquí un caso donde la innovación tecnológica ha servido de base para apalancar el desarrollo de un arreglo productivo local, que antes estaba desarticulado y con poca interacción y cooperación entre sus agentes.

Por último, las experiencias adquiridas a lo largo de este proceso, el método de trabajo y sus resultados, desde el campo, pasando por la industria y llegando a las políticas públicas, pueden servir de referencia y ser replicados en todo el país, incluso para otras cadenas productivas.

Referências

- BECATTINI, G. Italian Industrial Districts: Problems and Perspectives. **International Studies of Management & Organisation**, v. 21, n. 1, pp. 83-90, 1991.
- CASTRO, L.H. **Arranjo produtivo local**. Brasília: SEBRAE, 2009.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Dimensionamento do PIB do Agronegócio do Estado do Rio de Janeiro**. CEPEA/USP: Piracicaba, 2013.
- CHESBROUGH, H. **Open Innovation**: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Harvard Business School Press, Boston, 2003.
- DALLA VECCHIA, R.V.R. Arranjos Produtivos Locais como estratégia de desenvolvimento regional e local. **Revista Capital Científico**. v.4 n.1 jan./dez. Guarapuava/PR, 2006.
- EMBRAPA. Uso das sobras do maracujá leva pesquisadores à final do Prêmio Péter Murányi. Disponível em: <<http://www.ctaa.embrapa.br/index.php?id=20&tipo=completa&cod=376>>. Acesso em: 18 dez. 2012.
- ERBAS, M. S. A Reestruturação do setor agrícola: a luta pela hegemonia político-econômico no município de Campos Dos Goytacazes/RJ. **XI Congresso Brasileiro de Sociologia**. Unicamp, Campinas/SP. Setembro de 2003.
- FIRJAN. **Informe do Polo de fruticultura do Norte/Noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Ano XI n. 4. Jun. 2012.
- FRANKELIUS, P. Questioning two myths in innovation literature, **Journal of High Technology Management Research**, v. 20, n. 1, pp. 40–5, 2009.
- GASSMANN, O.; ENKEL, E. Towards a Theory of Open Innovation: Three Core Process Archetypes. R&D Management Conference (Lisbon, Portugal), 2004.
- GROCCO, M.A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M.B.; SIMÕES, R. **Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais potenciais**. Belo Horizonte: UFMG, 2003.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal – 2012. Rio de Janeiro, 2013.
- IOERJ. Fruticultura fluminense ganha incentivo. Disponível em: <http://www.ioerj.com.br/portal/modules/news/article.php?storyid=468>. Acesso em 18 jul. 2012.
- KRUGMAN, P. **Geography and Trade**. MIT Press. 1-142, 1991.
- LASTRES, H.MM.; CASSIOLATO, J.; LEMOS, C.; MALDONADO, J.; VARGAS, M. Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposições de Políticas de C&T. **Nota Técnica 01/98**, Rio de Janeiro, março de 1998. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/redesist/P1/texto/NT01>>. Acesso em: 12 jan. 2012.
- LASTRES, H.M.M.; Albagli, S.; MACIEL, M.L.; LEGEY, L.R.; LEMOS, C.R.; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. **Interagir para Competir: promoção de arranjos produtivos e inovativos no Brasil**. Brasília: Edição SEBRAE / FINEP / CNPq, 2002.
- LASTRES, H. M. M. ; CASSIOLATO, J. E. . Novas políticas na era do conhecimento: o foco em arranjos produtivos e inovativos locais. **Parcerias estratégicas**, p. 5-29, 2003.
- MENDONÇA, F. M. **Formação, desenvolvimento e estruturação de arranjos Produtivos locais da indústria tradicional do estado de Minas gerais**. (Tese de Doutorado) COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

MYTELKA, L.; FARINELLI, F. Local clusters: innovation systems and sustained competitiveness. UNU/INTECH Discussion Papers. Maastricht, The Netherlands, 2000. Disponível 01 jan. 2014.

NASCIMENTO, D.T. A cadeia produtiva do maracujá e o desenvolvimento regional. Apresentação feita no Dia de Campo APL – Maracujá. Bom Jesus do Itabapoana, RJ. (02/12/2012). Disponível em: <http://www.ctaa.embrapa.br/projetos/maracuja/downloads/apresentacoes/cadeia_produtiva_daniel.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2013.

NASCIMENTO, D.T.; CASTRO, P.A.I.; PORTES, P.C.A. **Relatório de Avaliação dos Impactos das Tecnologias Geradas pela Embrapa: Extração do óleo da semente de maracujá.** Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2012.

PORTER, M. Clusters and the new economics of competition. Harvard Business Review, Nov/Dec98, Vol. 76 Issue 6, p77, 1998.

PORTER, M.E. Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PORTER, M. E. Clusters and the New Economics of Competition. Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 1998.

PORTER, M.E. The Competitive Advantage of Nations. New York: The Free Press. 1–857, 1990.

REDESIST. Rede de Pesquisas em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais. Disponível em: <<http://www.redesist.ie.ufrj.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

SEBRAE. Los cuatro proyectos de innovación: elementos para una política de competitividad territorial. Tercer encuentro de la red de proyectos de integración productiva entre PyMEs en América Latina y el Caribe. Salvador, 2005.

SCHUMPETER, J.A. Capitalismo, Socialismo e Democracia. Allen e Unwin Ltd., — Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

ZUAZO, Pedro. Óleo de maracujá: mais força para a cadeia produtiva. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22498&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>>. Acesso em 18 dez. 2012.

CAPÍTULO 15

Organización de la Producción de Pasifloras en Colombia: especies utilizadas y comercialización



Organización de la Producción de Pasifloras en Colombia: especies utilizadas y Comercialización

Marisol Parra Morera¹, Alexander Gordillo Gaitan² y Adalberto Rodríguez Carlosama³

introducción

El género *Passiflora* perteneciente a la familia *Passifloraceae* alberga diversas especies en el territorio colombiano, especialmente en la región andina ya sea de modo silvestre o cultivado. En Colombia, se ha encontrado un grupo de 165 especies y de ellas cerca del 50% de fruto comestible (Ocampo, 2010). Pasifloras como maracuyá, granadilla y gulupa se clasifican como las de mayor importancia económica y otras como curuba, cholupa y badea poseen una importancia comercial a nivel nacional y regional.

En el presente capítulo se encuentra consolidado un trabajo de campo, a través de encuestas y talleres realizados en las mayores regiones productoras de pasifloras en Colombia. Esta información primaria, fue capturada y registrada en el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia, 2013 y ha sido actualizada a 2015, para el presente documento.

De acuerdo a estudios realizados referentes a las propiedades nutracéuticas de las pasifloras, se ha encontrado que el consumo de pulpa y semillas de las pasifloras de maracuyá, granadilla y gulupa aporta del 24 al 30% del magnesio recomendado de consumo diario para niños menores de un año, mineral importante en la formación de huesos y dientes, activación de enzimas, estimulación nerviosa y en la contracción muscular (Cepass *et al.*, 2012), el Cuadro 1 muestra la composición nutricional.

Asimismo a las pasifloras se les confieren propiedades medicinales como tranquilizantes y sedantes, entre otras aportadas por las estructuras de la planta y fruto que varían en relación a la pasiflora.

¹Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), Directora ejecutiva. marisol.parra@cepass.org; ²Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS), Ingeniero Electrónico. gorlexx@hotmail.com; ³Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia (CEPASS). Ingeniero Agrónomo, Candidato a Magíster en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. adalberto.rodriguez@cepass.org

Tabla 1. Composición nutricional de las pasifloras por cada 100g de consumo

Composición	Pasifloras					
	Maracuyá ¹	Granadilla ²	Curuba ³	Gulupa ^{4*}	Cholupa ⁵	Badea ⁶
Agua %	82	86	92	88,9	86	72,5
Proteínas %	0,8	1,1	0,6	1,5	1,5	4
Carbohidratos %	15	11	6,3	11	11,8	22
Fibras %	0,4		0,3	0,4		12
Cenizas %	1,2	0,9		0,7		0,8
Calorías (kcal)	78	46	25	49	40	98
Calcio (mg)	5	7	4	9		46
Fósforo (mg)	18	30	20	21		31
Hierro (mg)	0,3	0,8	0,4	1,7		5,2
Ácido ascórbico (mg)	12	20	70	20	20	33
Vitamina A (UI)				1730	1780	
Tiamina (mg)				0,1		0,04
Riboflavina (mg)				0,17		0,04
Niacina (mg)				0,8		0,5

Fuente: Sistema de información hortofrutícola, ASOHOFRUCOL y *C.I Andes Export Company S. A. (1. *Passiflora edulis* Sims; 2. *Passiflora ligularis* Juss; 3. *Passiflora tripartita* var. Mollissima; 4. *Passiflora edulis*; 5. *Passiflora maliformis* L; 6. *Passiflora quadrangularis* L).

Con base al sistema de información hortofrutícola de ASOHOFRUCOL y a estudios realizados por CEPASS en asocio con la Universidad de Antioquia y la Secretaría de Agricultura y Minería del Huila se describe la particularidad farmacéutica y usos, así como las condiciones edafoclimáticas generales de cada una de las pasifloras.

Maracuyá (*Passiflora edulis*)

Originaria de América. Las condiciones edafoclimáticas de esta pasiflora son suelos sueltos de textura francoarenosa con pH de 4,5 a 5,5; a una altitud recomendada de 0 a 1.300 msnm correspondiente a una temperatura de 24 a 28 °C con precipitaciones entre 1.500 a 2.500 mm anuales (Fischer, 2010).

La fruta ofrece propiedades medicinales para el tratamiento del colesterol y en frutos maduros para el control de la presión arterial. Las hojas de la planta poseen propiedades alucinógenas, tranquilizantes, vermífugas y laxantes. De igual modo, la raíz es venenosa y contribuye en la acción antiparasitaria. También, se le atribuyen propiedades antiinflamatorias por el contenido de C-glucosidos de flavona y un compuesto necesario para el buen funcionamiento del sistema nervioso como la serotonina que en su deficiencia podría producir patologías de depresión, comportamientos obsesivos, insomnio, migrañas y obesidad (Fischer, 2010).

Esta pasiflora es la más destinada a la agroindustria, debido a sus características como el rendimiento industrial en función de sus sólidos solubles expresados como ° Brix y el porcentaje de jugo de la fruta. Además es preferido por su acidez que contribuye a disminuir el aroma de otros aditivos. Se utiliza en la industria de jugos, mermeladas, pasta, concentrados, aceites esenciales, vinos, confitería, cosmetología, aromatizante, medicinal y últimamente la exportación de frutos frescos o procesados para coctelería o para ser usados en mezclas en la obtención de nuevos sabores refrescantes.



Fuente: archivo CEPASS

Granadilla (Passiflora ligularis Juss)

Originaria de América. Las condiciones edafoclimáticas de esta pasiflora son suelos de textura liviana, franco arenosos o franco arcillosos, profundos ricos en materia orgánica con pH de 5,0 a 6,5. A una altitud de 1.500 a 2.200 msnm con temperatura de 16 a 24 °C y precipitaciones de 1.500 a 2.000 mm anuales a una humedad relativa de 70 a 85% (Fischer, 2010).

La granadilla ofrece propiedades digestivas, diuréticas y cicatrizantes, se utiliza en tratamientos de úlceras gastrointestinales y contrarresta el reflujo. Posee cualidades antiparasitarias, fortalece el sistema inmunológico contra enfermedades respiratorias y estimula la formación de leche materna; es una buen antianémico y es considerada como de gran valor nutritivo en la alimentación de los niños. El fruto maduro controla la presión arterial; la cáscara cocida sirve para tratar la diarrea, asimismo, los cogollos (terminales) y las hojas de la granadilla en infusión ayudan a patologías diarreicas; entre otras propiedades de las hojas, alivian contusiones por el contenido de saponinas y tiene capacidad antioxidante; las flores en infusión actúan como tranquilizantes y alivian dolores de cabeza (Cepass et al., 2012).

La granadilla es una fruta de gran aceptación que se consume en fresco debido a las cualidades gustativas de los frutos, atribuidos a los contenidos de azúcares en fructosa, glucosa, sacarosa y de sólidos totales con 15,8 ° Brix y al presentar pH no muy ácidos.

Esta pasiflora no es altamente usada en la industria, tal vez debido a los elevados contenidos de polifenoloxidasa (104,27 UAE) y peroxidasa (89,97 UAE) que contribuyen a que la fruta presente rápidos procesos de pardeamiento. Asimismo, la especie tiene bajo rendimiento de jugo y de pectina total (Medina, 2004). Sin embargo, existen reportes que la granadilla permite su uso en la elaboración de cremas, dulces cristalizados, sorbetes, licores, confites, néctares, jaleas, mermeladas, pastelería, helados, refrescos, esponjados, cocteles y concentrados. La flor también se utiliza en la elaboración de perfumes por el aroma.

La granadilla es exportable aunque un poco condicionada debido a que no es ampliamente conocida en el mercado internacional, su transporte en fresco es costoso debido a su fragilidad y propensión a la oxidación y no existen alternativas para su exportación en procesado debido a la dificultad de extraer la pulpa (Palacios, 2004).



Fuente: archivo CEPASS

Curuba (Passiflora tripartita Var. Mollissima)

Originaria de América. Las condiciones edafoclimáticas de esta pasiflora son suelos de textura franco, arcillosa a franco, limosa con buen drenaje y contenido de materia orgánica con pH de 5,5 a 6,5. A una altura de 1.800 a 2.400 msnm, temperatura de 8 a 16 °C con precipitaciones de 1.200 a 2.200 mm anuales y una humedad relativa de 70 a 90% (ASOHOFRUCOL, 2012).

La curuba es la pasiflora con mayor contenido de ácido ascórbico, es de fruto agrodulce con 10,08°Brix y un pH de 3,37; esta no es muy apetecida para el consumo en fresco por presentar cierta astringencia generada por el contenido de fenoles oligoméricos.

Pese a presentar bajos contenidos de las enzimas polifenoloxidasa (5,03 UAE) y peroxidasa (0,67 UAE) que ocasionan un reducido pardeamiento en la pulpa, las cantidades elevadas de la

enzima poligalacturonasa (38,68 UAE) en la pulpa produce una vida corta de postcosecha de la fruta (Medina, 2004).

Al igual que las demás pasifloras, la curuba se constituye en un producto para mejorar el sistema nervioso, actúa como sedante y contra insomnio, calmante del dolor, disminuye la presión arterial, también tiene funciones antiespasmódico, diaforético, diurético y febrífugo. La cocción de las hojas se emplea para el dolor de cabeza y tratar afecciones de hígado y riñones (Cepass *et al.*, 2010).

La curuba es una fruta que se usa generalmente en jugos con leche para minimizar la astrin- gencia, así como en elaboraciones de confitería y otras preparaciones industriales como merme- ladas, jaleas y vinos.



Fuente: archivo CEPASS

Gulupa (*Passiflora edulis* Sims)

Originaria de América (Brasil). Las condiciones edafoclimáticas de esta pasiflora son suelos de textura franco arenosa con buen drenaje pH de 5,5 a 7,5; a una altura de 1.400 a 2.000 msnm con precipitaciones de 1.200 a 2.500 mm/año y una temperatura de 15 a 20 °C (Rodríguez, 2010).

Respecto a las propiedades nutracéuticas, la gulupa puede ser utilizada como complemento de productos multivitamínicos por el contenido alto de vitamina C y minerales. La pulpa, la infusión de las flores y hojas contienen principios farmacéuticos que contribuyen a usos como sedantes, antiespasmódico y minimiza los espasmos bronquiales o intestinales de origen ner- vioso (Ocampo, 2010).

El fruto es muy apetecido para el consumo en fresco debido a su sabor y aroma, especialmente en la industria que por su penetrante aroma puede ser utilizada en la generación de nuevos sabores en jugos y bebidas. El fruto, las flores y la extracción de aceite de las semillas de esta pasi- flora, son apetecidas en el consumo en la cocina contemporánea por el sabor ligeramente ácido.

En la preparación de jugos, la gulupa no requiere de endulcolorantes debido a su contenido de azúcares con 15,6 ° Brix. En Colombia, "el jugo concentrado de gulupa ha sido mezclado con

maracuyá para incrementar los sólidos solubles totales (°Brix) para los mercados internacionales" (Ocampo, 2010), asimismo, se han realizado esfuerzos en la agroindustria de la gulupa, especialmente en la preparación de pulpa concentrada para jugos, néctares, mermeladas, entre otros. Dado su contenido de pectina en las semillas y cáscara, la pulpa sirve en la elaboración de mermeladas porque ayuda a gelificar el producto (C.I Andes Export Company, 2006).



Fuente: archivo CEPASS

Cholupa (Passiflora maliformis L.)

Originaria de América. Las condiciones edafoclimáticas de esta pasiflora son suelos de textura franco arcilloarenosa con buen drenaje pH de 5,5 a 7,0; a una altura de 0 a 1.200 msnm con precipitaciones de 800 a 1.500 mm/año y una temperatura de 20 a 30 °C (Rodríguez, 2010).

La cholupa presenta una misma coloración desde su estado de formación hasta el grado máximo de maduración, existen tres tipos de tonalidades verde, amarilla y morada. Se caracteriza por su aroma persistente, atractivo y su sabor dulce o ácido de acuerdo al grado de madurez, (Superintendencia de Industria y Comercio, 2007).

Esta pasiflora contiene de 23 a 25 °Brix y actividades altas de las enzimas polifenoloxidasa (51,81 UAE) y peroxidasa (106,81 UAE) y un rendimiento de jugo relativamente bajo (7,11 ml/fruto). El consumo de la cholupa es en fresco a pesar de poseer una cáscara demasiado dura y difícil de abrir. Asimismo, hay el consumo de la pulpa para el preparo de jugo e en la industria se ha obtenido vino a partir de esta fruta con elevado «fusse» (contenido de volátiles: alcoholes, acetonas y aldehídos) y por ende, aroma agradable y buen sabor (Medina, 2004). Dentro de las propiedades nutracéuticas, afrodisíaca, rejuvenecimiento de la piel con extracto y bejucos, el jugo regula la digestión y el fruto maduro controla la presión arterial.



Fuente: archivo CEPASS

Badea (Passiflora quadrangularis L.)

Originaria de América, cultivada en alturas de 400 a 1.500msnm. 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).

Algunas de las propiedades nutracéuticas 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, cardiotónico y descongestionante (Cepass *et al.*, 2010).

Las hojas de la badea se usan para tratamientos de artritis, contusiones y para desinflamar. Generalmente, el consumo de esta pasiflora es en fresco. El arilo es dulce, ácido y perfumado y se usa en refrescos, postres, dulces, mermeladas, compotas, salsas y helados. El arilo es mezclado con el mesocarpo para preparar gelatinas, dulces y pasteles. La fruta sin madurar se puede cocinar y consumir como verdura (Osorio, 2005).



Fuente: archivo CEPASS

Estadísticas Generales

Granadilla

Dentro de la familia passifloraceae la granadilla es la fruta de mayor consumo en fresco en el mercado nacional, el cual ha generado un incremento en áreas de producción en diferentes regiones de Colombia (Tabla 2) (Agronet, 2015).

Tabla 2. Área producción y rendimiento de la Granadilla.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	52.388	4.582	11,7
2009	53.184	4.852	11
2010	47.891	4.502	10,6
2011	39.074	3.754	10,4
2012	36.943	3.552	10,4
2013	52.235	3.700	14,1

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

Calculando sobre los datos de la tabla 2, el promedio de producción es de 46.953 toneladas en el periodo 2008-2013. Se manifiesta una optimización en el último año con la disminución de las hectáreas cosechadas y un aumento en la producción similar a la del 2008. Se evidencia un comportamiento constante en la producción. Sin embargo se una reducción en el área cosechada.

Gulupa

Tabla 3. Área producción y rendimiento de la Gulupa.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	7.198	646,8	11,2
2009	8.981	736,8	12,1
2010	7.466	730,9	10,1
2011	6.391	521,4	12,2
2012	6.110	539,9	11,8
2013	6.303	479,7	13,2

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

En los últimos 6 años se ha mantenido un rendimiento con leves variaciones y con un promedio de 11,7 t/ha. La gulupa siendo la pasiflora de mayor exportación su mayor pico de producción fue en el 2011, se observa una producción estable y una progresiva disminución de las hectáreas cosechadas demostrando una tecnificación y rendimiento en los cultivos.

Maracuyá

Tabla 4. Área producción y rendimiento del Maracuyá.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	103.961	5.705	17,5
2009	91.311	5.620	16,3
2010	22.096	1.437	15,8
2011	18.920	1.239	15,5
2012	17.987	1.143	15,7
2013	18.416	1.157	15,9
2014	21.288	1.306	16,2

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

En los últimos 7 años la producción de maracuyá tiene un promedio de 41.997 toneladas. Desde el 2013 se observa un aumento en la producción después de su pico más bajo en el 2007 con 17.987 toneladas y en el 2014 se alcanza una producción similar a la del 2010 superando las 20.000 toneladas.

Cholupa

Tabla 5. Área producción y rendimiento de la Cholupa.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	2.734	305	9
2009	3.009	346	8,7
2010	2.382	235	10,2
2011	1.634	154	10,5
2012	1.133	130	8,7
2013	1.115	136	8,8
2014	1.112	134	8,2

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

La producción de cholupa en su gran mayoría se hace en el departamento del Huila y en los últimos 7 años ha producido 13.121 toneladas de fruta con un promedio de 206 hectáreas cosechadas y denota un decremento del 44% en el área cosechada en el periodo 2008 al 2014.

Curuba

Tabla 6. Área producción y rendimiento de la Curuba.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	16.414	1.533	10,2
2009	15.063	1.325	11,5
2010	15.887	1.607	9,9
2011	14.266	1.341	10,3
2012	16.914	1.460	11,8
2013	23.696	1.493	15,8

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

La curuba con una producción sin grandes incrementos entre los años 2008 al 2012 refleja una mayor producción en el 2013 con 6.782,8 toneladas adicionales al del año anterior. El promedio de área cosechada de 1.460 ha.

Badea

Tabla 7. Área producción y rendimiento de la Badea.

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2008	1.077	65	16,5
2009	837	55	15,2
2010	709	48,5	14,4
2011	794	54,5	14,4
2012	1.268	81,3	15,8
2013	1.169	76,6	14,3
2014	1.104	-	-

Fuente: Anuario Estadístico Agropecuario de Frutas y Hortalizas 2007-2011 y sus Calendarios de Cosechas. Agronet consulta: abril 2015

La producción de badea se realiza en su totalidad en el departamento del Huila con un promedio de 994 toneladas en los últimos 7 años. Desde el 2012 se ha disminuido ligeramente la producción con un promedio de área cosechada de 63,48 ha.

Marco Político y Organizacional. Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia

Las Cadenas Productivas en Colombia se reglamentan bajo la Ley 811 del 2003 el Decreto 3800 del 2006 y la Resolución 186 del 2008 bajo éste marco legal se pretende formalizar la ins-

cripción y cancelación de la organización de las Cadenas Productivas mediante condiciones y requisitos previamente establecidos.

En el marco de esta reglamentación se rige la formulación del Acuerdo de Competitividad en la que se establece una plataforma estratégica consecuente con un acuerdo de voluntades entre los actores de la Cadena que previamente contribuyeron en la consolidación de un diagnóstico de la situación actua, razón por la que la participación de cada uno de los eslabones en la construcción del acuerdo es primordial.

Las regiones mostradas en la Figura 1 fueron los escenarios de encuentro para la construcción del Acuerdo de Competitividad con la participación de los actores representantes de los eslabones de la Cadena Productiva y la representación organizacional e institucional.

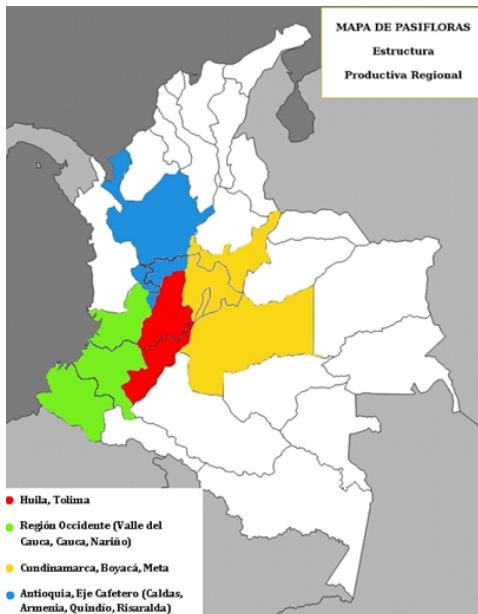


Figura 1. Mapa regiones de Colombia por núcleos competitivos priorizados por la Cadena Productiva de Pasifloras. Fuente: Secretaría Técnica de la Cadena de Pasifloras. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2011

Las regiones priorizadas en Colombia se identificaron de acuerdo a la concentración de la producción y dinámica en el crecimiento de las áreas:

- Región del Occidente. integrada por los departamentos de Valle del Cauca. Cauca y Nariño.
- Región Tolima-Huila.
- Región Central. constituida por los departamentos de Cundinamarca. Boyacá y Meta.
- Región de Antioquia y el Eje Cafetero. conformada por los departamentos de Caldas. Quindío. Risaralda y Antioquia.

La Cadena Productiva de Pasifloras se creó el 31 de mayo de 2011 y la orienta un Consejo Nacional, el cual está integrado por seis (6) eslabones de la cadena y los entornos organizacional e institucional, quienes apoyan la articulación de los actores que los conforman para mejorar las condiciones de competitividad con equidad. A continuación se presenta el esquema organizacional de la Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia.

Por otra parte, teniendo en cuenta la necesidad de interactuar y concertar temas afines de la cadena, el Consejo Nacional ha conformado cinco mesas temáticas, coordinadas por una institución del sector, quien se encarga de dirigir los programas enmarcados en las líneas estratégicas de acción contempladas en el Acuerdo de Competitividad.

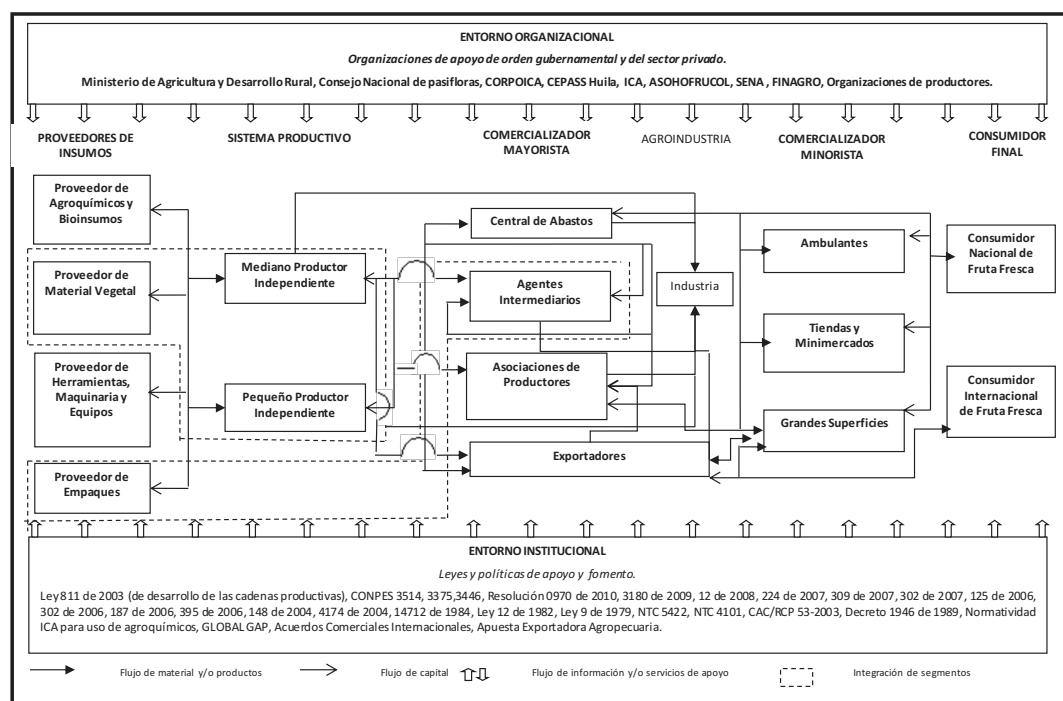


Figura 2. Gráfico del esquema de comercialización de la granadilla. Fuente: Acuerdo de Competitividad de la Cadena Nacional de Pasifloras. 2014

Así mismo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el marco de la Política de Ciencia y Tecnología y la apertura de nuevos mercados a través de los Tratados de Libre Comercio, delegó al Centro de Investigación Agropecuario- CORPOICA, dirigir la construcción de las Agendas de Investigación de las 32 Cadenas Productivas existentes en Colombia, con miras a responder de manera competitiva las necesidades de los mercados globales.

A continuación se relaciona las demandas tecnológicas y no tecnológicas priorizadas en la Agenda de Investigación de la Cadena.

Tabla 8. Mesas Temáticas del CNP.

Mesa	Mesa Temática	Entidades Responsables	Coordinador de la Mesa
I	Registro y certificación (trazabilidad e inocuidad)	CORPOICA-ICA- SENA-ASOHOFRUCOL-UNAL-CEPASS-CERTIFICADORAS-GLOBAL GAP	ICA
II	Investigación-desarrollo tecnológico e innovación (zonificación)	UNAL-UPTC-CORPOICA-CIAT-CEPASS	CORPOICA
III	Mercados – logística y agroindustria	PROCOLOMBIA – FEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE PASIFLORAS DE COLOMBIA- ASOHOFRCUOL	PROCOLOMBIA
IV	Asistencia técnica – formación – capacitación y transferencia de tecnología (empresarización)	FEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE PASIFLORAS DE COLOMBIA -ASOHOFRUCOL – SENA – CORPOICA – CEPASS-UNAL	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
V	Fortalecimiento gremial	ORGANIZACIONES – FEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE PASIFLORAS DE COLOMBIA -ASOHOFRUCOL – SENA	FEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE PASIFLORAS DE COLOMBIA

Fuente: Consejo Nacional de Pasifloras. 2012

Tabla 9. Demandas tecnológicas y no tecnológicas priorizadas.

Línea	Propósito	Posibles entidades de apoyo
Manejo de problemas fitosanitarios	Implementación de estrategias y tecnologías para afrontar los problemas fitosanitarios de las pasifloras	CORPOICA. CEPASS. Universidad Nacional. Universidad Jorge Tadeo Lozano. UPTC de Tunja. CIAT. Universidad de la Salle. ICA. BIOTEC
Generación de variedades	Obtención de variedades con características de adaptación a las zonas de producción, atractivas para el mercado y resistentes a plagas y enfermedades	CIAT. UNAL sede Palmira. UJTL. Universidad Javeriana. UPTC. CEPASS. UNAL sede Bogotá. Universidad de Caldas. Universidad de Antioquia. CORPOICA.
Estudios de zonificación	Identificación de las áreas geográficas con mejores condiciones agronómicas y agroecológicas para las pasifloras.	Universidad Nacional. CIAT. UJTL. Universidad del Valle. Bioversity. BIOTEC
Aplicación de tecnologías para agroindustria y mercadeo	Tecnologías agroindustriales aplicadas para la generación de valor agregado, con una estrategia de mercado definida.	CORPOICA. UNAL. CEPASS. UNAD. CEAD. UPTC. Universidad de Antioquia. SCCH. Universidad de Córdoba. Universidad Surcolombiana. CIAT. CCI. Alianzas externas: EMBRAPA. CIRAD. BIOTEC
Aplicación de normatividad Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	Medidas y estrategias para asegurar la aplicación de procesos de certificación de Buenas Prácticas Agrícolas, que permitan producir una fruta con los estándares de calidad exigidos por el mercado mundial.	ICA. UPTC. BIOTEC

Fuente: Consejo Nacional de Pasifloras - CNP. 2012

Comercialización de las Pasifloras en Colombia

La comercialización de estas frutas en el mercado nacional, generalmente se realiza en las principales centrales de abastos del país como comercializador mayorista, y grandes superficies de mercado y mercados locales como comercializadores minoristas que dirigen el mercado de las frutas para el consumo fresco (Estupiñan *et al.* 2013).

El comercializador mayorista lo integra los agentes intermediarios, centrales de abastos, asociaciones de productores, exportadores y agroindustria.

La mayor parte de los productores comercializan la fruta en a través de los agentes intermediarios, quienes desempeñan un rol en el proceso comercial importante porque cuentan con el transporte directo desde la zona productora hasta el mercado final, ubicado en las centrales de abastos de las principales ciudades del país (Bogotá, Cali, Medellín, Bucaramanga). La forma de pago entre los agentes intermediarios y los productores se realiza de contado o máximo en un periodo de una semana.

En el marco del programa de Alianzas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se inició un proceso de comercialización directamente con la Organización de Productores, en la cual les permite negociar la fruta a través de la Asociación, garantizando una oferta permanente y mejores precios. De ésta manera, se fortalecen los esquemas comerciales con pequeños productores, retribuyendo las utilidades del negocio a la Organización.

La relación comercial con las exportadoras de forma directa con productores y la transacción comercial es cumplida alrededor de los 45 días después de la entrega y facturación de la fruta. Paralelamente. el modo de pago a los exportadores se hace por medio de carta de crédito o contrato de proveeduría (Estupiñan *et al.* 2013).

Por otro lado, la exigencia de los mercados de los exportadores se rige a la normatividad internacional, por lo cual uno de los principales requisitos son frutas provenientes de fincas certificadas por el ICA con resolución 1806 de 2004 y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para el cumplimiento de normas como Global GAP y Tesco Nature Choise de mercados europeos. La actividad de exportación debe incurrir en procesos logísticos que garanticen la calidad de la fruta (Estupiñan *et al.*, 2013).

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°C, empacada en cajas de cartón y estibada en contenedor. a través de transporte aéreo (Estupiñan *et al.* 2013), porque aún no se ha desarrollado un sistema de transportar la fruta por barco.

Una vez finalizado el proceso de la ruta del mercado mayorista, éste la distribuye a través del comercializador minorista, integrado por grandes superficies, tiendas y mini mercados y ven-

dedores ambulantes; este último segmento aparece en la cadena en algunas épocas del año, cuando se presenta sobreoferta de la fruta.

Según la información primaria capturada en el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Nacional de Pasifloras, los mercados demandantes son el orden nacional, el cual representa el 90% y un 10% para el mercado externo dirigidos a países de la Unión Europea y Ecuador aunque con bajos volúmenes de exportación por falta de promoción de la fruta.

Por otra parte, las pasifloras que más demanda la agroindustria son principalmente maracuyá y granadilla. Algunas de las industrias más reconocidas se ubican en la región del Eje Cafetero con empresas como Casa Luker S. A. y Alpina S. A. pese a que en el Valle del Cauca existen fábricas para el procesamiento industrial la actividad ha disminuido desde el año 2008, dado que no hay suficientes volúmenes de fruta.

Comercializador minorista

Integrado por grandes superficies, tiendas y minimercados y vendedores ambulantes; este segmento se abastece de los agentes intermediarios o se proveen directamente de las centrales de abasto con el fin de distribuir las frutas al consumidor final de fruta fresca, dado que por lo general, la fruta no presenta ninguna variación que implique más procesos y genere valor agregado.

Los canales que intervienen para la comercialización, las rutas empleadas y otras condiciones varían en relación a la demanda y sus condiciones para cada una de las pasifloras. A continuación, se describe la situación comercial para cada una de las seis frutas con base en información suministrada por los representantes de los núcleos productivos.

- Para el caso de la granadilla. los mercados demandantes son de orden nacional (90%) y externo. dirigidos a países de la Unión Europea y Ecuador aunque con bajos volúmenes de exportación por falta de promoción del producto.

A nivel interno, casi en un 100% son los intermediarios quienes entregan la fruta en las principales ciudades del país en centrales de abastos, grandes superficies, empresas exportadoras y en algunos casos industrias. Estos dos últimos actores de exportación e industria, ejercen mayor influencia en la región cundiboyacense y en la región de Antioquía y el Eje Cafetero. Mientras que la oferta nacional de granadilla es suplida principalmente por la región Tolima-Huila, no obstante esta región también exporta fruta a Ecuador a través de la central de abasto de la ciudad de Ipiales. Nariño.

El precio de venta según el reporte de las regiones productoras oscila entre \$700 a \$2770 por kilogramo, aunque según AGRONET las cifras promedio por kilogramo son de \$2408 por kilogramo. La forma de pago de intermediarios a productores es de contado y las transacciones de las negociaciones con exportadoras demora mínimo 15 días.

- El caso del maracuyá. se dirige al mercado de la industria. al nacional para consumo fresco y de exportación.

La región Central, específicamente el departamento del Meta, dirige en un 89% la producción a la ciudad de Bogotá y un 9% al mercado local; la fruta es dirigida a las centrales de abasto en un 79%, seguido de supermercados con el 11%. Los mercados son representados en un 97% para el consumo fresco y en un 3% por el mercado industrial. La capital del país también es uno de los principales mercados de la producción ofertada por la región Tolima-Huila.

La comercialización de la región de Occidente en los tres últimos años (específicamente el departamento de Valle del Cauca, mayor productor) es manejada por tres municipios en un 70%, donde existen zonas de acopio para la selección y distribución de la fruta hacia el centro y norte del país, estas bodegas de acopio también se proveen de fruta proveniente de otras regiones del país como la región de Antioquia y el Eje Cafetero, la cual distribuye la producción de maracuyá a acopiadores, comercializadoras internacionales y la fruta con menos condiciones es destinada a la industria.

El precio de venta varía en relación a la época de cosecha y al actor al cual va dirigida la fruta. Según reportes de la región de Occidente (Valle del Cauca), Central (Meta) y la región de Antioquia y Eje Cafetero, la relación en el margen de utilidad tentativamente generada por el intermediario frente al valor comprado al productor es en promedio del 25%; entre las plazas de mercado y los intermediarios del 24% promedio en el Valle del Cauca y Meta; y del 55% para los mismos actores en la región de Antioquia y Eje Cafetero.

Por otro lado, las Cadenas de supermercados obtienen un margen de rentabilidad parcial que varía de una región a otra cuando son abastecidas por intermediarios, representado en un 18.5% referente a producción proveniente del departamento del Meta, 33% del Valle del Cauca y 25,5% del Eje Cafetero. Las plantas procesadoras de las regiones de Occidente, Antioquia y el Eje Cafetero manifiestan los menores índices de rentabilidad pagos al productor o intermediario de 19%.

Los rango de precios pagos por kilogramo de fruta dentro de la Cadena Productiva son mínimo entre \$400 (Eje Cafetero) a \$1650 (Meta) pagos al productor y entre \$800 (Valle del Cauca) a \$3280 (Meta y Eje Cafetero) pagos a las Cadenas de supermercados. El departamento de Valle del Cauca percibe los precios más bajos en razón que el precio por kilogramo de maracuyá está influenciado también por la oferta ocasional de fruta proveniente de Ecuador.

La forma de pago generada entre intermediarios y productores es de contado o en un plazo de una a dos semanas, al igual que las transacciones con las plazas de mercado. Las Cadenas de supermercado gozan de un periodo de gracia de dos a seis semanas, mientras las empresas exportadoras y plantas procesadoras de uno a tres meses.

La producción de gulupa tiene mayor cabida en el extranjero principalmente en el mercado europeo como fruta fresca, se constituye en la pasiflora de mayor exportación.

La región más importante en la oferta de la gulupa es la cundiboyacense que dirige la producción en un 45% al mercado internacional y el 30% al nacional en las centrales de abasto de la ciudad de Bogotá, Tunja y Bucaramanga. La producción de gulupa proveniente de la región

Tolima-Huila, también suple la demanda de exportadoras y de la central de abastos de la capital del país mediante la acción de intermediarios.

El precio por kilogramo es cercano a los \$2000, aunque es muy bajo en algunas épocas del año por lo que se presentan dificultades en la comercialización nacional. La forma de pago a los productores por los intermediarios es de contado y el modo de pago de las exportadoras es efectuado cada 15 días.

En relación a la curuba, la mayor oferta nacional proviene del departamento de Boyacá y los departamentos que le secundan en la producción son Norte de Santander y Tolima. La oferta de la curuba boyacense se dirige a las centrales de abasto de las ciudades de Tunja, Bogotá y Bucaramanga, comercializadas generalmente por intermediarios. Mientras que la comercialización de la curuba con origen de la región Tolima-Huila se limita a suprir el mercado local dado que los volúmenes de producción son escasos. por ende, el proceso comercial se realiza directamente por el productor en plazas de mercado y supermercados locales.

El mercado de la curuba es de tipo fresco y el precio por kilogramo es aproximadamente de \$800, aunque en algunas ocasiones se ve afectado con fuertes bajas de precio. La transacción comercial entre productores e intermediarios se cumple de contado y con exportadoras en un plazo de mínimo cada 15 días.

La producción de cholupa se registra únicamente por el departamento del Huila, oferta que atiende únicamente el mercado local en la central de abastos de Neiva con la intervención 100% de los intermediarios en la distribución. El precio por kilogramo de cholupa pago al productor es aproximadamente de \$900.

La oferta nacional de badea se registra únicamente en el departamento del Huila. La distribución es efectuada el 80% por intermediarios y el 20% por los productores a las centrales de abastos de Bogotá y Neiva. El precio por kilogramo de badea es de \$800.

Mercado Internacional

Varias de las especies pasifloras que se cultivan en el país tienen un destacado comportamiento en los mercados de exportación. La participación de las especies pasifloras en los mercados internacionales está determinada por la exportación de la fruta en fresco: Gulupa, Granadilla, Maracuyá y Curuba en fresco, y también de un producto de la agroindustria como jugo de Maracuyá (Estupiñan *et al.* 2013).

Al año 2014, el total de exportaciones colombianas de Granadilla fue de \$2.499.923 de dólares. Históricamente las exportaciones más altas de pasifloras se atribuyen a la Gulupa en fresco, seguido por Granadilla en fresco, jugo de Maracuyá y en una proporción más baja Maracuyá en fresco y Curuba (Estupiñan *et al.*, 2013). La Tabla 10 muestra la información detallada de las exportaciones de la Granadilla.

Tabla 10. Exportaciones colombianas de Granadilla. 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Peso neto (t)	420,24	244	975	825	665	603	1.281	737
Valor FOB (Miles US\$)	705.7	564.420	3.326.901	2.792.753	2.553.192	3.084.620	3.070.740	2.499.923
Valor Unidad (US\$/t)	1.679	1.475	3.412	3.386	3.842	5.299	2.397	3.467

Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015

La gulupa es la fruta en fresco con mayor índice de exportación en el periodo de 2007 hasta 2014, con un promedio de 2.096.59 toneladas en el período de tiempo, observando un aumento progresivo tanto en peso y valor FOB exportado (Tabla 11).

Tabla 11. Exportaciones colombianas de Gulupa. 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Peso neto (t)	523,13	1.374,12	269,70	2.294,28	2.385,05	2.745,32	3.319,48	3.861,64
Valor FOB (Mil US\$)	1.936.445	5.416.432	1.004.235	9.240.092	9.664.693	11.743.158	15.766.034	17.544.514
Valor Unidad (US\$/t)	3.702	3.942	3.724	4.027	4.052	4.278	4.750	4.543

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

El maracuyá con su mayor pico de exportación en el 2011 de 131 toneladas. De 2011 para 2012 hubo una disminución en la producción Para el 2014 mantiene un valor de unidad muy cercano al de la gulupa de 4.510 US\$/t. (Tabla 12)

Tabla 12. Exportaciones colombianas de Maracuyá. 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Peso neto (t)	31,74	244,34	24,14	105,07	131,00	84,79	106,47	95,85
Valor FOB (Miles US\$)	110.895	564.417	81.301	376.032	524.028	398.173	412.053	418.800
Valor Unidad (US\$/t)	3.494	2.310	3.368	3.579	4.000	4.696	3.870	4.510

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

La cantidad de curuba que se exporta ha disminuido desde el 2008 en un 30%, aun así para el 2014 el valor unidad es de 4.628 US\$/t. el más alto de las pasifloras gulupa, maracuyá y granadilla. (Tabla 13).

Tabla 13. Exportaciones colombianas de Curuba. 2014

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Peso neto (t)	2.25	13	10	10	9	8	4	3
Valor FOB (Miles US\$)	6.485	33.170	38.635	36.162	30.086	29.983	11.247	15.789
Valor Unidad (US\$/t)	2.882	2.574	3.754	3.461	3.180	3.833	2.776	4.628

Fuente: Agronet. Consulta: Abril. 2015

Balanza Comercial Granadilla

La Granadilla representa la segunda fuente de exportación más importante de las frutas del género *Passiflora* que se comercializan en fresco. La balanza comercial de este producto ha mostrado un superávit de cada uno de los años observados (2008-2014). sin embargo es evidente que las exportaciones de esta fruta aumentaron notablemente sobre el promedio desde el 2012 hasta el 2013, en el 2014 se ve una reducción debajo del promedio de los últimos 7 años. (Figura 3).

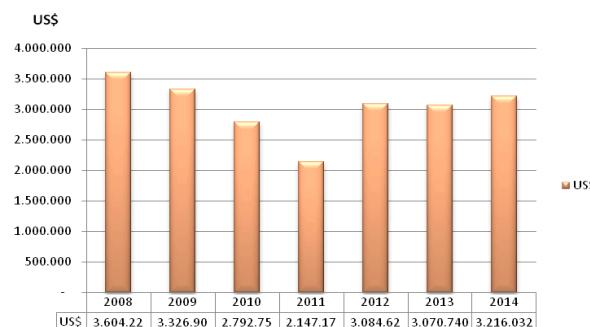


Figura 3. Balanza comercial de Granadilla en fresco (2008-2014). Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015.

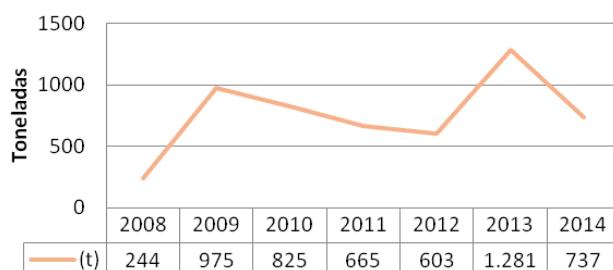


Figura 4. Exportación de Granadilla. Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015.

Las exportaciones de Granadilla en el 2013 mantienen su mayor pico sobre el promedio de los últimos 7 años con un cambio considerable para el 2014 que termino por debajo del promedio de 761.42 toneladas.

Los principales mercados para Granadilla colombiana calculados a partir de registros en volumen (toneladas) desde 1991 al 2014 se muestran a continuación:

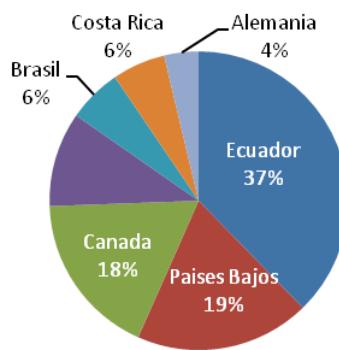


Figura 6. Principales mercados externos para Granadilla fresca con origen colombiano. 2014.

Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Cálculos propios CEPASS. Abril. 2015.

Ecuador es el principal importador con 295.4 toneladas de Granadilla; sin embargo, ésta cifra no refleja la realidad del volumen comercializado, teniendo en cuenta el alto índice de informalidad en el mercado de la frontera. Le sigue Países Bajos y Canadá con 148.4 y 139.2 t respectivamente. Brasil, Costa Rica y Alemania mantienen un promedio de 50 t hasta el momento.

Precios Mercados Internacionales (Granadilla)

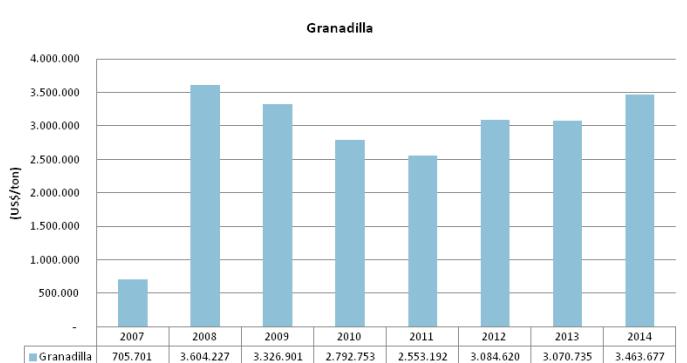


Figura 7. Valor FOB Unitario (USD/Ton). Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015

Se presenta una fluctuación muy amplia en el 2007 al 2008 con un incremento del 19.58%. A partir de este año, se registra un leve decremento en el precio de la fruta, el cual inicia su incremento a US\$3.084 (valor FOB unitario USD/Tonelada) en el año 2012; este comportamiento muestra la estabilidad en el mercado internacional de la granadilla. En el año 2013 se reporta un mínimo descenso en el precio, hasta US\$14; para el año 2014, el precio se incrementa a un valor de US\$3.467

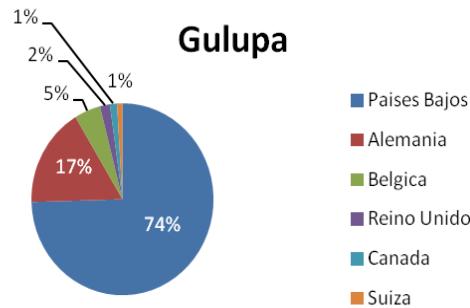


Figura 8. Principales mercados externos para Gulupa fresca con origen colombiano. Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015.

Colombia exporta actualmente 2858.6 toneladas de Gulupa a Países bajos, siendo el mayor consumidor de esta exótica fruta a nivel mundial, seguido de Alemania con 654.4 toneladas. Los países restantes importan 331 toneladas de fruta.

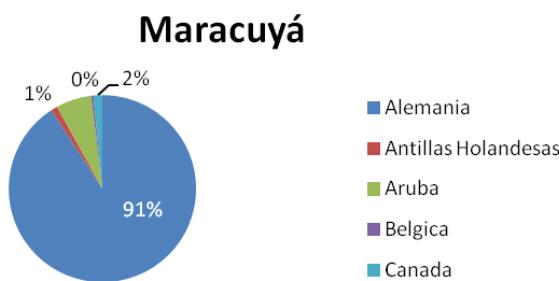


Figura 9. Principales mercados externos para Maracuyá. Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015

La dinámica comercial a nivel internacional de maracuyá es baja para Colombia, la fruta especialmente se consume a nivel local. Sin embargo los reportes de exportación evidencian a Alemania con 23.7 toneladas, con el principal mercado de concentrado de maracuyá. Países restantes importaron un total de 2.4 toneladas.

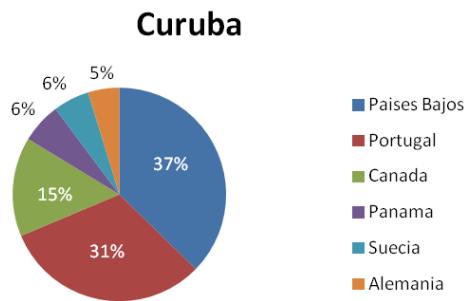


Figura 10. Principales mercados externos para Curuba. Fuente: Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario – AGRONET Colombia. Consulta: Enero. 2015

Los Países Bajos y Portugal como mayores consumidores de curuba en el 2010 con registros de exportación de 12.148 y 10.206 toneladas respectivamente, Canadá importan 4.898 toneladas. Panamá. Suecia y Alemania corresponden con 5.309 toneladas.

En síntesis, se puede concluir que las pasifloras son un grupo de especies de gran importancia para Colombia que dinamizan su economía, generando empleo en el sector rural y se ha convertido en una alternativa a cultivos tradicionales, forjando desarrollo en regiones de ladera donde se concentra gran parte de la población campesina del país.

Referências

- ASOHOFRUCOL. ASOHOFRUCOL. 2012. Disponível em: <www.asohofrucol.com.co>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- CEPASS. Universidad de Antioquia. Secretaria de Agricultura y Minería del Huila. Proyecto: Identificación, valoración y uso potencial de las pasifloras en el Hila con fines de mercados especializados del orden nacional e internacional [diapositiva]. Neiva-Huila. Corporación CEPASS. 28 abr. 2012. 59 diapositivas. Col.
- C.I ANDES EXPORT COMPANY. C.I Andes Export Company. 2006. Disponível em: <www.andesexport.com/spanish/News/Passion_fruit.html>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- CONSEJO NACIONAL DE PASIFLORAS (CNP). **Conformación Consejo Nacional de Pasifloras.** Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2011. pp. 1-5.
- C. OSORIO. C. DUQUE. Y. FUJIMOTO. El aroma de la Badea (*Passiflora Quadrangularis*): composición y generación de compuestos volátiles a partir de glicósidos, fosfatos y monoterpenos oxigenados. In: **El Aroma Frutal de Colombia**. C. DUQUE. A. L. MORALES. (Eds.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. pp. 105-131.
- ESTUPIÑAN. F.; GUZMÁN. L.H.; CUESTAS. M.; BAREÑO. F.; PARRA. M.; PALACIO. A.E.; RIVERA. J.E.; MORAD. K. Acuerdo de **Competitividad de la Cadena Nacional de Pasifloras**. Neiva: Corporación CEPASS, 2013. p 173.
- FISCHER. G. Condiciones ambientales que afectan crecimiento, desarrollo y calidad de las pasifloráceas. In: Primer Congreso Latinoamericano de Pasifloras (1º. 2010. Neiva-Huila). **Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Pasifloras**. Neiva-Huila. Corporación CEPASS, 2010. pp. 10-22
- RODRÍGUEZ. A. Análisis Comparativo entre Cholupa y Gulupa. Neiva-Huila. Gobernación del Huila. 2010. Disponível em: <www.huila.gov.co/documentos/A/ANALISIS%20COMPARATIVO%20CHOLUPA-GULUPA.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

MEDINA. C. I.. LOBO. M. Conocimiento de la variabilidad morfológica y química de pasifloras andinas (Passifloraceae). In: VIII Congreso Venezolano de Fruticultura 2004 (8º. 2004. Venezuela). **Artículos Científicos**. Venezuela. Corporica, 2004. pp. 1-5.

OCAMPO. J. Estudio de la diversidad genética del género *Passiflora* L. (Passifloraceae) en Colombia. In: Primer Congreso Latinoamericano de Pasifloras (1º. 2010. Neiva-Huila). **Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Pasifloras**. Neiva-Huila. Corporación CEPASS, 2010. p. 2.

PAREDES. E. Los Cultivos Agrícolas No Tradicionales de Exportación. SIGAGRO MAGAP. 2007. Disponível em: <<http://es.scribd.com/doc/49889661/Los-Cultivos-Agricolas-No-Tradicionales-de-Exportacion#page=8>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

PALACIOS. A. **Banco de Iniciativas Regionales para el Desarrollo de Antioquia**. Medellín: Banco de Iniciativas Regionales para el Desarrollo de Antioquia, 2004. p 158.



ISBN 978-85-5404871-6

9 788554 048716