

Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro – histórico e perspectivas



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 307

Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro – histórico e perspectivas

*Fábio Gelape Faleiro
Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Marcelo Fideles Braga
Eder Jorge de Oliveira
José Ricardo Peixoto
Ana Maria Costa*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
<http://www.cpac.embrapa.br>
sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade
Presidente: *Claudio Takao Karia*
Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*
Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*
Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*
Jussara Flores de Oliveira Arbués
Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufé*
Editoração eletrônica: *Renato Berlim*
Capa: *Renato Berlim*
Fotos da Capa: *Fabio Faleiro, Nilton Junqueira, Marcelo Fidelis*
1ª edição
1ª impressão (2011): tiragem 100 exemplares
Edição online (2011)

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Cerrados

G375 Germoplasma e melhoramento gnético do maracujazeiro: histórico
e perspectivas / Fábio Gelape Faleiro [et al.] - Planaltina, DF:
Embrapa Cerrados, 2011.

36 p. - (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ;
ISSN Online 2176-5081; 307).

1. Maracujá. 2. Germoplasma. 3. Melhoramento genético vegetal.
I. Faleiro, Fábio Gelape. II. Série.

Autores

Fábio Gelape Faleiro

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

fabio.faleiro@embrapa.br

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

nilton.junqueira@embrapa.br

Marcelo Fideles Braga

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

marcelo.fideles@embrapa.br

Eder Jorge de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura

eder@cnpmf.embrapa.br

José Ricardo Peixoto

Engenheiro-agrônomo, D. Sc.

Professor associado da Universidade de Brasília

Campus Darcy Ribeiro, ICC Sul,

Caixa Postal 04508

CEP 70910-970, Brasília, DF

peixoto@unb.br

Ana Maria Costa

Engenheira-agrônoma, D.Sc.

Pesquisadora da Embrapa Cerrados

ana-maria.costa@embrapa.br

Apresentação

Espécies silvestres de maracujazeiro têm grande potencial para uso em programas de melhoramento genético e como porta-enxertos, além de serem alternativas para diversificar os sistemas produtivos com novos alimentos funcionais para consumo in natura (maracujá-doce) e com novas opções de plantas ornamentais e medicinais.

O cultivo do maracujazeiro em escala comercial teve início na década de 1970, com o maracujazeiro-azedo. A produtividade média brasileira é em torno de 14 t/ha/ano e o potencial da cultura, em condições experimentais, pode chegar a 50 t/ha/ano. Para isso, é fundamental a utilização de variedades geneticamente melhoradas.

Com relação ao maracujá-doce, ornamental e medicinal, apesar do grande potencial, o cultivo no Brasil ainda é muito pequeno, o que, em grande parte, ocorre em razão da inexistência de variedades e híbridos melhorados geneticamente. Dentro desse contexto de utilização diversificada do maracujá, este trabalho apresenta um pouco do estado da arte, resultados atuais e perspectivas das ações de pesquisa e desenvolvimento do maracujá, envolvendo programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e programas de melhoramento genético.

José Roberto Rodrigues Peres
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
A Variabilidade Genética e a Utilização Diversificada do Maracujá.....	10
Importância Atual e Potencial do Maracujá	13
Germoplasma de <i>Passiflora</i> no Brasil e no Mundo	15
O Melhoramento Genético do Maracujazeiro	18
Resultados de Pesquisas Realizadas na Embrapa Cerrados e Parceiros	22
Conclusões.....	28
Referências	29
Abstract.....	36

Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro – histórico e perspectivas

Fábio Gelape Faleiro

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Marcelo Fideles Braga

Eder Jorge de Oliveira

José Ricardo Peixoto

Ana Maria Costa

Introdução

Entre os grandes desafios da pesquisa em maracujazeiro, aspectos relacionados ao germoplasma e ao melhoramento genético merecem um destaque especial (FALEIRO et al., 2005a; 2006a). Este tema foi escolhido para delinear as discussões da IV Reunião Técnica sobre Pesquisas em Maracujazeiro, a qual foi realizada em 2005, resultando em publicações científicas sobre o estado da arte, resultados atuais e demandas para as pesquisas (Figura 1).



Figura 1. Memória da IV Reunião Técnica sobre Pesquisas em Maracujazeiro – “Germoplasma e Melhoramento Genético”.

Fonte: <http://ivrtpm.cpac.embrapa.br/>

O maracujá apresenta grande variabilidade genética (FERREIRA, 2005; BERNACCI et al., 2005), mas ainda são incipientes os trabalhos de caracterização agrônômica de germoplasma para subsidiar o uso de novos acessos em programas de melhoramento genético, como porta-enxertos, bem como para diversificar os sistemas produtivos com novos alimentos funcionais para consumo in natura (maracujá-doce) e para uso como plantas ornamentais e medicinais (FALEIRO et al., 2006b; JUNQUEIRA et al. 2006a; 2006b). Com relação ao maracujazeiro-azedo, o número de cultivares comerciais é pequeno, considerando a grande variabilidade dos agroecossistemas no Brasil (MELETTI et al., 2005). O reduzido número de cultivares disponíveis para os produtores implica numa maior vulnerabilidade dos cultivos às doenças (RUGGIERO et al., 1996; JUNQUEIRA et al., 2003), as quais, em conjunto, depreciam a qualidade do fruto e reduzem a produtividade e a longevidade da cultura.

Diante dos grandes desafios relatados acima, ações de pesquisa envolvendo programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e programas de melhoramento genético são estratégicas e essenciais. Os trabalhos de conservação, caracterização e uso de germoplasma têm possibilitado a utilização de espécies silvestres de forma prática no melhoramento genético, como porta-enxertos e para diversificação de sistemas de produção. Os resultados dos programas de melhoramento têm permitido a combinação de características de produtividade e qualidade de frutos com a resistência múltipla a doenças, o que tem permitido o lançamento de novas variedades.

Neste trabalho, apresentam-se um pouco do estado da arte, resultados atuais e perspectivas das ações de pesquisa e desenvolvimento do maracujá, dentro do contexto da utilização diversificada do maracujazeiro azedo, doce, ornamental e medicinal.

A Variabilidade Genética e a Utilização Diversificada do Maracujá

Vários autores, entre eles Ferreira (2005), relatam a ampla variabilidade genética do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). Esse gênero é composto por mais de 450 espécies, sendo que mais de 150 são originárias do Brasil,

um dos principais centros de diversidade genética. Faleiro e Junqueira (2009) relatam que a ampla variabilidade genética do maracujazeiro é aliada às suas diferentes formas de utilização. Na Figura 2, ilustra-se parte da variabilidade genética do maracujazeiro. Espécies silvestres de maracujazeiro têm apresentado grande potencial para uso em programas de melhoramento genético e como porta-enxertos (JUNQUEIRA et al., 2005), além de serem alternativas para diversificar os sistemas produtivos com novos alimentos funcionais para consumo in natura (maracujá-doce) e para uso como plantas ornamentais (Figura 3).



Figura 2. Variabilidade genética do maracujazeiro quanto à morfologia de frutos e flores. Acessos conservados no banco de germoplasma da Embrapa Cerrados.

Fonte: <http://www.cpac.embrapa.br/inauguracaobag/>



Fotos: Fabio Faleiro (1A, 4 e 6); Nilton Junqueira (1B, 2, 5 e 7)
Marcelo Fidelis (3)

Figura 3. Uso diversificado do maracujá: maracujá-azedo, maracujá-doce, maracujá ornamental e maracujá medicinal.

Segundo Cunha et al. (2002), cerca de 70 espécies produzem frutos comestíveis e, segundo Vieira e Carneiro (2004), mais de 50 apresentam potencial comercial. Oliveira e Ruggiero (2005) também relatam o potencial agrônômico de espécies silvestres, como *P. nitida* e *P. setacea*, considerando de extrema importância a intensificação dos trabalhos de pesquisa visando ao maior conhecimento do germoplasma de maracujazeiro silvestre. Com relação ao potencial como alimentos funcionais e como plantas medicinais, Costa e Tupinambá (2005) relatam o grande potencial das espécies silvestres de maracujazeiro e a carência de estudos nesta área. Como planta ornamental, Peixoto (2005) relata o imenso potencial do gênero *Passiflora* e a sua utilização em países do hemisfério norte, há mais de um século, como elemento de decoração e também de renda para os produtores. Para aproveitar todo o potencial do gênero, principalmente de espécies da biodiversidade brasileira, estudos de caracterização, domesticação, melhoramento genético, documentação, divulgação e marketing são estratégicos e de grande importância.

Importância Atual e Potencial do Maracujá

No Brasil, as espécies com maior expressão comercial são a *Passiflora edulis* (maracujá-amarelo ou azedo e maracujá-roxo) e a *Passiflora alata* (maracujá-doce) (SOUZA; MELLETI, 1997). O maracujá-azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado devido à qualidade de seus frutos e ao seu maior rendimento industrial. O maracujá-roxo é muito apreciado na Austrália e na África do Sul, sendo utilizado na forma de suco ou consumido como fruta fresca. O maracujá-doce tem sua produção e comercialização limitada pela falta de hábito de consumo, pelo desconhecimento da maioria da população e por dificuldades no sistema de produção que encarece o preço da fruta para o consumidor. Ao contrário do maracujá-azedo, o maracujá-doce é consumido exclusivamente como fruta fresca (SOUZA; MELLETI, 1997). Adicionalmente a *P. edulis* e *P. alata*, outras espécies silvestres do gênero *Passiflora* têm sido extremamente úteis para uso em programas de melhoramento genético e como porta-enxertos (JUNQUEIRA et al., 2005; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2009), além do grande potencial para diversificar os sistemas produtivos com novos alimentos funcionais para consumo in natura e como novas opções de uso como plantas ornamentais e medicinais (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005; FALEIRO et al., 2006b; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2009).

A área plantada com maracujá-azedo, no Brasil, vinha se mantendo ao redor de 35 mil hectares; em 2009, a produção foi de 718.798 t numa área de 50.795 ha e, em 2010, a produção aumentou para 920 mil toneladas numa área de 62.200 ha (IBGE, 2011). Nos últimos 4 anos, a produção e a área plantada praticamente dobraram e a demanda pelos frutos de maracujá continua aumentando. Considerando todas as espécies de maracujá cultivadas, o maracujá-azedo (*Passiflora edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*) são responsáveis por 95% da área plantada no Brasil (IBGE, 2011). Em relação à produtividade, a média nacional está em torno de 14 t/ha, porém existem diferenças significativas entre as regiões, sendo 9,2 t/ha no Norte, 11,6 t/ha no Nordeste, 11,7 t/ha no Centro-Oeste, 14,8 t/ha no Sul e

19,6 t/ha no Sudeste. Essas produtividades estão, contudo, bem abaixo daquelas obtidas por variedades geneticamente melhoradas obtidas pelos Programas de Melhoramento Genético realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, na Flora Brasil e na Embrapa Cerrados (BORGES et al., 2005; FALEIRO et al., 2010). Apesar das baixas produtividades, o Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá do mundo (FALEIRO, 2008a).

A posição de destaque do Brasil no ranking como maior produtor mundial foi obtida com o desenvolvimento do maracujá nas últimas três décadas (GONÇALVES; SOUZA, 2006). A chegada da agroindústria de sucos no Brasil, no final da década de 1970, estimulou a expansão da atividade a partir da década de 1980. Na década de 1990, houve um crescimento da área plantada e da produção no País, que chegou, em 1999, a 36 mil hectares e 317 mil toneladas, respectivamente. A cultura do maracujá está em franca expansão no Brasil e sua importância cresce a cada ano. Os dados comparativos do IBGE referentes aos anos de 2005 a 2008 no País mostram um aumento de 42,6% da produção, 37,10% da área e 10,4% do preço (IBGE, 2011). Nos últimos anos, houve um aumento da produção maior que o da área plantada. Certamente, esse avanço na produção decorreu da melhoria tecnológica das lavouras em quase todos estados brasileiros, o que resultou no aumento da produtividade. Essa melhoria tecnológica pode ser atribuída à melhoria ambiental, ou seja, do sistema de produção, e à melhoria genética, ou seja, o desenvolvimento de variedades e híbridos com maior desempenho agrônomo.

Em relação ao mercado internacional, de acordo com estimativas da ITI Tropicals (2011), a produção mundial de maracujá é de 805 mil toneladas e a brasileira próxima de 60% deste valor. Entretanto, dados do IBGE (2010) mostraram que a produção brasileira chegou a 718 mil toneladas em 2009. Apesar dessa produção, o volume de fruta fresca e suco exportado pelo Brasil é pequeno quando comparado com o de outras frutas. Além do Brasil, o maracujá é amplamente produzido no Equador, Colômbia, Peru, África do Sul e Austrália. A África do

Sul e Austrália produzem, principalmente, o maracujá-roxo (*P. edulis* Simmonds), que é consumido in natura. Atualmente, o Equador é o maior exportador de suco concentrado (50° Brix) (ITI Tropicals, 2011).

Para a maioria da população mundial, principalmente na América do Norte e Europa, a fruta do maracujá ainda é considerada exótica (MATSUURA; FOLEGATTI, 2002). O maracujá produzido no Brasil tem sido exportado para países europeus e latino-americanos, embora de forma incipiente. Na tentativa de mudar esse cenário, em 2005, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabeleceu e aprovou a Instrução Normativa N° 3 sobre as Normas Técnicas específicas para a Produção Integrada de Maracujá (PIF-Maracujá) com o objetivo principal de elevar os padrões de qualidade e de competitividade da fruticultura brasileira ao patamar de excelência requerido pelo mercado internacional, em bases voltadas para o sistema integrado de produção, sustentabilidade do processo, expansão da produção, do emprego e da renda (ANDRIGUETO et al., 2005). Segundo esses autores, o cenário mercadológico internacional sinaliza que cada vez mais serão valorizados os aspectos qualitativos e o respeito ao ambiente, na produção de qualquer produto. Esses autores relatam que as principais frutas exportadas pelo Brasil, incluindo o maracujá, apresentam grande potencialidade de mercado, tendo em vista, principalmente, o aperfeiçoamento dos mercados, a mudança de hábitos alimentares e a necessidade de alimentos seguros.

Germoplasma de Passiflora no Brasil e no Mundo

Ferreira (2005) fez um levantamento de dados compilados a partir de inventários realizados por Gulick e Van Sloten (1984) e pelo IPGRI (2002, 2005) das coleções mundiais de germoplasma de Passiflora. Segundo Ferreira (2005), atualmente, existem 50 coleções espalhadas pelo mundo, as quais mantêm mais de 1.200 acessos, incluindo as possíveis duplicatas. Tendo em vista a grande variabilidade do gênero Passiflora, pode-se constatar que o acervo de recursos genéticos é muito pequeno e que ações de coleta e intercâmbio, aliadas a

processos de conservação e caracterização de germoplasma, devem merecer prioridade nas pesquisas dessa cultura.

O Brasil é um dos mais importantes centros de diversidade do maracujá, pois muitas espécies selvagens de *Passiflora* são nativas, notadamente no Centro-Norte do País (FERREIRA, 1994). Além dessa ampla variabilidade interespecífica, há de se destacar que, na espécie cultivada *P. edulis*, existe também variabilidade, tendo em vista que é uma espécie alógama e apresenta autoincompatibilidade (RUGGIERO et al., 1975; BELLON et al., 2007; CASTRO et al., 2011) e compatibilidade interespecífica (LOPES, 1991; SOARES-SCOTT et al., 2003), notadamente aquelas espécies compatíveis com as cultivadas, com $2n = 18$ (FERREIRA, 1998; JUNQUEIRA et al., 2008).

Dados de Ferreira (2005) mostram que o acervo de germoplasma de *Passiflora* no Brasil consta de apenas 67 espécies e 599 acessos distribuídos em oito coleções. Nos últimos anos, tem-se verificado que algumas coleções importantes como a do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e a da Unesp-Campus de Jaboticabal tiveram seus acervos reduzidos e que algumas instituições que tinham coleções não as têm mais. Segundo Ferreira (2005), atualmente a coleção da Embrapa Cerrados é a que apresenta maior número de acessos e de espécies, sendo de 145 e 36, respectivamente. Essa coleção é mantida em vasos em casa de vegetação e viveiro e algumas informações são relatadas por Faleiro et al. (2005b). Ações de pesquisa têm sido feitas na Embrapa Cerrados e parceiros para aumentar o número de espécies e de acessos conservados e caracterizados, visando a um melhor aproveitamento da variabilidade genética do gênero *Passiflora*. Recentemente, foi inaugurado o banco de germoplasma “Flor da Paixão” (<http://www.cpac.embrapa.br/inauguracaobag/>) mantido em telado antiafídeo com capacidade para manutenção de mais de 250 acessos (Figura 4). Nos últimos anos, importantes bancos de germoplasma de *Passifloras* têm sido mantidos, ampliados e caracterizados, a exemplo do banco da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Universidade Estadual de Santa Cruz e Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.



Figura 4. Banco de germoplasma de *Passiflora* spp. "Flor da Paixão", Embrapa Cerrados, 2009.

Apesar da grande variabilidade genética natural do maracujá, a preocupação em mantê-la não tem sido expressiva, em âmbito nacional e mundial, visto que o material mantido em coleções é modesto (FERREIRA, 2005, CASTELLEN et al., 2005). No Brasil, ainda existe uma preocupação com o aumento da utilização de novas áreas do Centro-Norte para fins agrícolas, o qual implica na eliminação de espécies selvagens e desaparecimento de muitos genótipos que poderiam ser utilizados, por exemplo, no melhoramento genético do maracujá-azedo. Para evitar ou diminuir o problema, é necessário e fundamental a criação, ampliação, manutenção de maior número de bancos de germoplasma. Além disso, são necessários trabalhos minuciosos de caracterização morfológica, agrônômica, citogenética e molecular dos acessos tendo em vista a sua utilização em cultivos comerciais, em programas de melhoramento genético, como porta-enxertos, em intercâmbio de germoplasma e mesmo utilização de princípios ativos, moléculas e genes desse valioso patrimônio genético.

Segundo Ferreira (1994, 2005), apesar da importância da cultura do maracujá para o Brasil, nota-se uma carência de pesquisa, notadamente nas áreas básicas, principalmente com relação a germoplasma. Tais estudos são fundamentais para a utilização da variabilidade genética em programas de melhoramento e para subsidiar uma futura e estratégica relação de intercâmbio de germoplasma em âmbito mundial, uma vez que a demanda por esses materiais tem sido cada vez maior. Segundo Cunha (1998) e Faleiro et al. (2006a, 2006b), aumentar a variabilidade genética existente nas coleções, caracterizar e avaliar o germoplasma e utilizá-los em programas de melhoramento ou de forma direta no mercado são prioridades da pesquisa relacionada a recursos genéticos do maracujá. Segundo Ferreira (2005), apesar de o Brasil ter as maiores coleções de germoplasma de *Passiflora* do mundo, há, ainda, um longo e urgente caminho a percorrer, notadamente em relação ao resgate, à conservação e à caracterização de germoplasma.

O Melhoramento Genético do Maracujazeiro

A introdução de plantas, os métodos de seleção massal, entre e dentro de famílias de meios-irmãos e irmãos completos, a seleção recorrente e a seleção clonal mostraram-se eficientes, principalmente para o aumento da produtividade (OLIVEIRA, 1980; MALUF et al., 1989; CUNHA, 1997a; 1997b; MELETTI et al. 2000). Segundo Cunha (1996, 1998), esses estudos precisam ser conduzidos de forma sistematizada, embora reconheça a escassez de recursos humanos – poucos se dedicando integralmente ao maracujá –, como também financeiros. Segundo esse autor, cruzamentos podem ser realizados entre plantas irmãs, bem como retrocruzamentos e autopolinização, não havendo problemas com relação à técnica de hibridação e utilização da heterose em maracujá, devendo-se levar adiante programas de hibridação como prioridade.

Nos últimos anos, houve um aumento da ocorrência de doenças nessa cultura, as quais depreciam a qualidade do fruto, diminuindo seu valor comercial, e reduzem a produtividade e a longevidade da cultura.

Oliveira et al. (1994) comentam que, em algumas regiões, a cultura tem-se comportado como nômade, ou seja, tem um período curto de vida, de 1 a 2 anos; em outras a vida útil tem sido de 3 a 5 anos. Eles explicam que, em local onde a cultura nunca foi comercialmente cultivada, em geral inexistem problemas graves, mas à medida que a população de maracujazeiros cresce, aumentam também os problemas fitossanitários principalmente com as doenças, diminuindo drasticamente a vida útil da lavoura.

O uso de cultivares resistentes, juntamente com outras técnicas de manejo integrado, é a medida mais eficaz, econômica e ecológica de controle de doenças. O desenvolvimento de variedades resistentes a doenças é estratégico para todas as culturas agrícolas, visando a redução de custos de produção, segurança de trabalhadores agrícolas e consumidores, qualidade mercadológica, preservação do ambiente e sustentabilidade do agronegócio (QUIRINO, 1998). No caso do maracujá (*Passiflora edulis*), tal estratégia é ainda mais necessária considerando a alta suscetibilidade das atuais cultivares à virose-do-endurecimento-dos- frutos (CABMV), antracnose, septoriose, verrugose e bacteriose (JUNQUEIRA et al., 2003).

As hibridações intra e interespecíficas têm sido relatadas com resultados promissores por Oliveira (1980), Oliveira et al. (1994), Vanderplank (1996), Junqueira et al. (2005) e Junqueira et al. (2008). Segundo Meletti et al. (2005) e Faleiro e Junqueira (2009), algumas espécies silvestres têm acenado com contribuições importantes ao melhoramento genético por apresentarem resistência a doenças e pragas, longevidade, maior adaptação a condições climáticas adversas, período de florescimento ampliado, maior concentração de componentes químicos interessantes para a indústria farmacêutica e outras potencialidades, quase todas ainda inexploradas. Espécies silvestres de maracujá nativas e espontâneas no Centro-Norte brasileiro são alternativas para a ampliação da base genética da resistência, entretanto trabalhos de melhoramento genético são necessários para combinar a resistência com características de produtividade e

qualidade de frutos. Métodos de melhoramento baseado em hibridações interespecíficas têm sido citados como promissores, embora possam existir alguns problemas dos híbridos F1 relacionados a macho esterilidade, viabilidade de pólen, falta de adaptação e suscetibilidade às doenças de parte aérea (OLIVEIRA; RUGGIERO, 1998). O método dos retrocruzamentos tem sido muito utilizado para incorporação de genes de resistência em variedades comerciais (JUNQUEIRA et al., 2005; FALEIRO et al., 2008c; FONSECA et al., 2009; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2009).

Segundo Meletti et al. (2005), o melhoramento do maracujazeiro constitui-se, desde seu início, em campo de pesquisa aberto e promissor, mas foi na década de 1990 que se observou o incremento dos trabalhos de pesquisa com o lançamento das primeiras cultivares e com a consolidação de equipes multidisciplinares de pesquisa, em diferentes centros de pesquisa. Segundo esses autores, a partir de 2000, essas equipes vêm desenvolvendo pesquisas bastante sedimentadas em novas tecnologias, com objetivos definidos, multiplicidade de métodos e, mais recentemente, com a adoção de ferramentas importantes para o melhoramento genético, como a biotecnologia. A utilização de todas as ferramentas disponíveis da genética molecular e quantitativa é considerada estratégica para que o melhoramento do maracujazeiro consiga atender as demandas do setor produtivo, industrial e dos consumidores (FALEIRO et al., 2006b).

Com relação à utilização da biotecnologia moderna na obtenção de híbridos somáticos, vários autores têm obtido sucesso utilizando as espécies *P. edulis*, *P. incarnata*, *P. alata*, *P. amethystina*, *P. cincinnata*, *P. gibertii* e *P. coccinea* (DORNELLAS et al., 1995). Híbridos somáticos envolvendo a espécie cultivada e espécies selvagens de Passiflora, devido à sua natureza tetraploide, prestam-se, em princípio, como porta-enxertos, uma vez que mostram caules mais vigorosos do que o parental selvagem resistente. Marcadores moleculares do DNA e tecnologias da engenharia genética têm sido utilizados como ferramentas auxiliares nas diferentes etapas do melhoramento genético,

desde a caracterização do germoplasma até as etapas finalísticas de desenvolvimento e seleção de plantas melhoradas (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; VIEIRA et al., 2005; PEREIRA et al., 2005; FALEIRO, 2007; FERREIRA; FALEIRO, 2008). No caso do método dos retrocruzamentos, os marcadores moleculares do DNA apresentam uma aplicação adicional para acelerar a recuperação do genoma recorrente por meio da metodologia de genótipos gráficos (YOUNG; TANKSLEY, 1989). O potencial dessa metodologia foi levantado por Openshaw et al. (1994) e vem sendo utilizada com sucesso no melhoramento do maracujazeiro (FALEIRO et al., 2008b; FONSECA et al., 2009). A redução do tempo necessário para a recuperação do genoma recorrente é feita reduzindo o número de retrocruzamentos de oito ou nove para três ou quatro. Com relação à engenharia genética, grupos de pesquisa da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) têm trabalhado com obtenção de plantas transgênicas para resistência à bacteriose e à virose (VIEIRA et al., 2005) e um grupo da Universidade Federal de Viçosa (UFV) tem trabalhado com plantas transgênicas para resistência ao CABMV (ZERBINI et al., 2005).

Para que os produtos tecnológicos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético cheguem aos produtores e beneficiem toda cadeia produtiva, ações de validação e transferência de tecnologia são essenciais (BORGES et al., 2005). Além disso, é necessário um sistema organizado de produção, venda e distribuição de sementes e mudas de qualidade, o que caracteriza ações de grande importância do pós-melhoramento (FALEIRO et al., 2009a; FALEIRO et al., 2008d). A base para esse processo é o registro das variedades e híbridos no MAPA-RNC (Registro Nacional de Cultivares). Esse registro é necessário para que os viveiros credenciados possam adquirir as sementes e comercializar as mudas resultantes. Além do aspecto legal, o registro é uma garantia para os produtores da manutenção da qualidade genética dos materiais registrados. Entre os materiais registrados no RNC, merecem destaque os desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo (IAC-273, IAC-277, IAC-275 e IAC-Paulista) (MELETTI et al., 2000; MELETTI et al., 2005), pela Embrapa Amazônia Oriental (Casca Fina–

CCF) (NASCIMENTO et al., 2003) e pela Embrapa Cerrados e parceiros (BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado e BRS Ouro Vermelho) (JUNQUEIRA et al., 2009), os quais foram lançados em 2008 (<http://www.cpac.embrapa.br/lancamentoazedo/>). Também está registrada parte dos genitores desses materiais e também variedades melhoradas de espécies silvestres e híbridos interespecíficos. Os materiais desenvolvidos pela Flora Brasil, FB-200 e FB-300, são bastante plantados no Brasil e foram recentemente registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_registradas.php).

Além do registro no RNC, as cultivares podem agora ser protegidas no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), também vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em dezembro de 2008, foi desenvolvida e publicada no Diário Oficial da União Nº 246 uma lista de 25 descritores da espécie *Passiflora edulis* Sims. (<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14931>) e também uma lista de 33 descritores para outras espécies e híbridos interespecíficos do gênero *Passiflora* (<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14932>). A proteção de cultivares amplia a garantia ao produtor de que a cultivar plantada possui o potencial genético anunciado pela instituição ou pelo detentor do material, com procedência efetiva de origem, bem como coíbe a disseminação de sementes produzidas sem origem genética comprovada e sem controle de qualidade.

Resultados de Pesquisas Realizadas na Embrapa Cerrados e Parceiros

Avaliações agronômicas de germoplasma silvestre de *Passiflora* têm mostrado o potencial das espécies *P. actinia*, *P. setacea* e *P. coccinea* para resistência a viroses; das espécies *P. odontophylla*, *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. serrato-digitata*, *P. actinia*, *P. mucronata* e alguns acessos de *P. edulis* e *P. nitida* para resistência à bacteriose; e das espécies *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. coccinea*, *P. actinia*,

P. setacea, *P. nitida*, *P. caerulea* e alguns acessos de *P. edulis* para resistência à antracnose. Segundo Junqueira et al. (2005, 2006a), entre as várias espécies de passilforas silvestres no Brasil, algumas têm características interessantes que poderiam ser introduzidas no maracujazeiro comercial.

Além da resistência à doenças e a algumas pragas, há espécies autocompatíveis como a *P. tenuifila*, *P. elegans*, *P. capsularis*, *P. villosa*, *P. suberosa*, *P. morifolia* e *P. foetida*. Essa característica é importante para aumentar a produtividade e reduzir custos com mão de obra para a polinização manual, bem como para reduzir o impacto negativo provocado pelas abelhas africanas. Há espécies como a *P. setacea* e *P. coccinea* que, nas condições da região Central do Brasil, comportam-se como planta de “dias curtos”, pois florescem e frutificam durante o período de dias curtos do ano, e a colheita ocorre de agosto a outubro, época da entressafra do maracujá-azedo comercial. Essa característica, se incorporada ao maracujazeiro comercial, poderá eliminar os problemas referentes a sua sazonalidade, permitindo a produção de frutos durante o ano todo na Região Centro-Sul do País. A tolerância ao frio verificada em *P. caerulea* e *P. incarnata* também é uma característica de grande interesse para o melhoramento genético do maracujazeiro.

Outra característica observada em algumas espécies silvestres, relatada por Junqueira et al. (2006a), é a presença de androginóforo mais curto que reduz a altura dos estigmas em relação à coroa, facilitando a polinização por insetos menores. Em alguns acessos de maracujá-roxo silvestre e *P. odontophylla*, no momento de máxima curvatura do estilete, os estigmas chegam a tocar na coroa, podendo, dessa forma, serem polinizados por abelhas, que são consideradas pragas importantes por transportarem todo o pólen e não fazerem a polinização de forma eficaz.

Espécies silvestres também podem ser utilizadas quando se deseja melhorar características físicas, químicas ou sensoriais da polpa do maracujá para novas opções de mercado, seja como fruta exótica ou para incrementar propriedades funcionais. Nesse sentido, a *P. caerulea* e acessos silvestres de *P. edulis* têm apresentado potencial para conferir pigmentação mais

avermelhada à polpa do maracujazeiro-azedo comercial, melhorando suas propriedades funcionais.

Em pesquisas realizadas na Embrapa Cerrados, estudos sobre compatibilidade genética, índices de cruzabilidade, período da antese, período da viabilidade de pólen e da receptividade do estigma têm permitido, por meio de cruzamentos artificiais, a obtenção de vários híbridos interespecíficos férteis e promissores para o programa de melhoramento genético (JUNQUEIRA et al., 2005, 2008). As espécies *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, *P. glandulosa*, *P. mucronata* e *P. galbana* cruzam muito bem com *P. edulis* (maracujazeiro-azedo comercial) e com *P. alata* (maracujazeiro-doce comercial), produzindo frutos com sementes férteis. Híbridos envolvendo três ou mais espécies também têm sido obtidos com o objetivo de piramidar diferentes genes de resistência a doenças, são exemplos o híbrido *P. coccinea* X *P. setacea* X *P. edulis* e o híbrido *P. setacea* X *P. coccinea* X *P. mucronata* X *P. edulis*. Após a obtenção do híbrido interespecífico, trabalhos de melhoramento genético têm sido realizados para recuperar as características comerciais mantendo-se os genes de resistência. O método dos retrocruzamentos auxiliados por marcadores moleculares do DNA tem sido utilizado (FALEIRO et al., 2008b; FONSECA et al., 2009). Na Figura 5, ilustra-se a recuperação do genoma recorrente a partir do cruzamento base entre *P. edulis* e *P. setacea*.



Foto: Arquivo da Embrapa Cerrados.

Figura 5. Plantas RC do cruzamento inicial entre *P. edulis* e *P. setacea*, ilustrando a recuperação do genoma recorrente.

Entre os híbridos interespecíficos que estão sendo obtidos, destaque especial deve ser dado ao híbrido *P. coccinea* X *P. setacea*. Este híbrido foi lançado, em 2007, como o primeiro híbrido ornamental de maracujazeiro no Brasil, BRS Estrela do Cerrado (<http://www.>

cpac.embrapa.br/lancamentoornamental/). Trabalhos de seleção em populações RC obtidas do retrocruzamento deste híbrido com *P. coccinea* e *P. setacea* permitiram a obtenção de mais dois híbridos ornamentais de maracujá, BRS Rubiflora e BRS Roseflora, respectivamente (FALEIRO et al., 2009b) (Figura 6).



Foto: Arquivo da Embrapa Cerrados.

Figura 6. Capa dos folderes técnicos dos híbridos de maracujazeiro-ornamental lançados em 2007.

Outros produtos tecnológicos obtidos a partir do trabalho básico de pré-melhoramento do maracujazeiro são os híbridos BRS Sol do Cerrado, BRS Gigante Amarelo e BRS Ouro Vermelho, que foram selecionados visando ao aumento da produtividade, qualidade físico-química de frutos e resistência múltipla a doenças (JUNQUEIRA et al., 2009) (Figura 7). Além do maracujazeiro-azedo, o programa de melhoramento tem trabalhado com o maracujazeiro-doce, *Passiflora alata*. Matrizes promissoras foram selecionadas para desenvolvimento de híbridos. A utilização de acessos silvestres de *P. edulis* na base dos cruzamentos permitiram a obtenção de materiais genéticos com a coloração de polpa mais avermelhada e menos dependentes da polinização artificial.



Foto: Arquivo da Embrapa Cerrados.

Figura 7. Capa dos folhentos técnicos dos híbridos de maracujazeiro-azedo lançados em 2008.

Outro híbrido muito promissor obtido pelo programa de melhoramento realizado na Embrapa Cerrados envolve as espécies *P. caerulea* e *P. edulis*. A partir do cruzamento base, trabalhos de retrocruzamentos e seleção para coloração avermelhada da polpa estão sendo feitos. Plantas RC têm apresentado a coloração da polpa mais avermelhada (Figura 8) e bons níveis de produtividade.

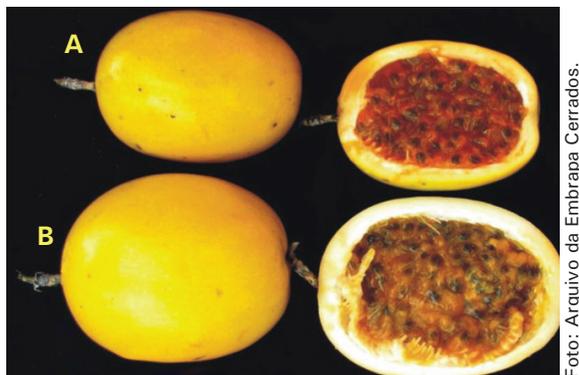


Figura 8. Frutos do genitor recorrente, *Passiflora alata* (A) e de planta RC₂ (B) obtida do cruzamento base entre *P. caerulea* e *Passiflora alata*.

Também merecem um destaque os híbridos interespecíficos envolvendo a espécie *P. nitida*. O potencial desses materiais está relacionado à sua utilização como porta-enxertos. Tais porta-enxertos podem ser obtidos por estaquia ou sementes. Junqueira et al. (2006b) observaram aumentos de produtividade do maracujazeiro-azedo enxertados em *P. nitida*. Além da utilidade dos híbridos, algumas espécies silvestres têm potencial para consumo in natura, considerando suas propriedades como alimento funcional. Dentro dessa linha, o programa de melhoramento realizado na Embrapa Cerrados tem trabalhado com seleção de populações de *P. setacea*, *P. nitida* e *P. tenuifila*, objetivando o aumento do tamanho do fruto para o mercado de frutas frescas e para produção de matéria-prima para produção de doces e sorvetes. A Rede de Pesquisa Passitec tem realizado estudos mais aprofundados das propriedades desses materiais.

Maiores informações sobre os projetos e publicações técnicas e científicas da Embrapa Cerrados e parceiros podem ser acessadas na home-page <http://maracuja.cpac.embrapa.br> (Figura 9).

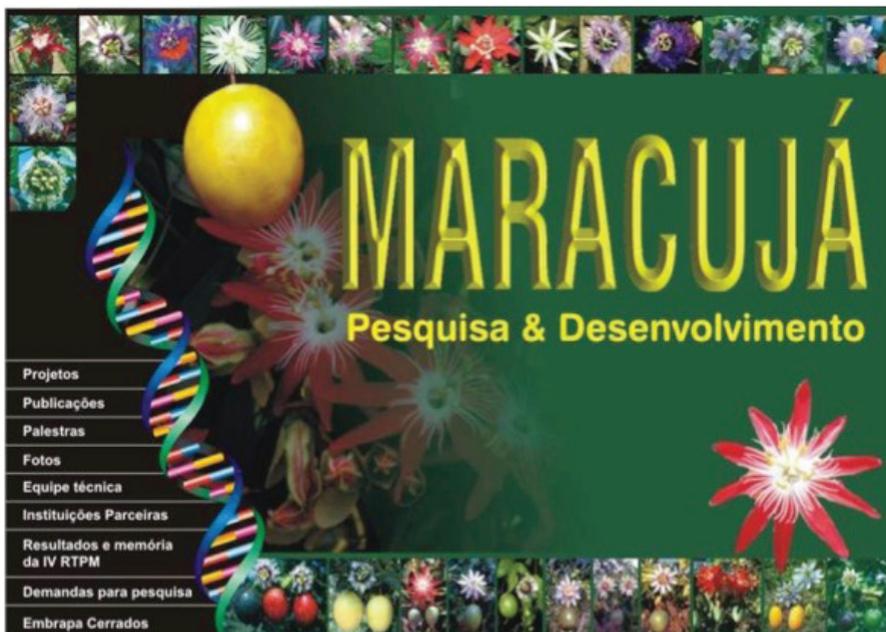


Figura 9. Home page sobre ações de Pesquisa e Desenvolvimento realizadas na Embrapa Cerrados e parceiros.

Fonte: <http://maracuja.cpac.embrapa.br>

Conclusões

A exploração de todo potencial das espécies silvestres de maracujazeiro envolve trabalhos de pesquisa básica nas áreas de conservação, caracterização dos recursos genéticos e pesquisa aplicada voltada para o melhoramento genético. Além disso, são essenciais o fortalecimento e a consolidação de redes de pesquisas transdisciplinares e interinstitucionais na formação de recursos humanos, na articulação de parcerias para otimização dos recursos financeiros e humanos e para facilitar e intensificar o intercâmbio de germoplasma e informações.

Considerando que o maracujá é uma cultura em franca expansão, pouco estudada e em ainda em fase de domesticação, trabalhos de melhoramento genético são cada vez mais necessários visando equacionar problemas como baixa produtividade, falta de adaptação a certos ecossistemas, não atendimento a exigências do consumidor

e indústria e principalmente suscetibilidade a várias doenças. Logicamente, para cada região produtora, devem ser recomendadas variedades de maracujá mais adaptadas que atendam as exigências de toda cadeia produtiva e que permitam que tal atividade seja desenvolvida de forma econômica, sustentável e com menor impacto ao meio 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. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 509-556.
- 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, n. 1, 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. (Ed.). **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. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 619-639.
- CASTELLEN, M. S.; CERVI, A. C.; AMARAL, W. A. N. O gênero *Passiflora* L. nos Tabuleiros Costeiros. In: SILVA JUNIOR, J. F. (Org.). **Recursos Genéticos dos Tabuleiros e seus Ecossistemas Associados** – Fruteiras. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 32 p.
- CASTRO, A. P. G.; FALEIRO, F. G.; CARVALHO, D. D. C.; FONSECA, K. G.; VILELA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CARES, J. C. Genetic variability of *Passiflora* spp. from commercial fields in the Federal District, Brazil. **Ciência Rural**, v. 41, p. 996-1002, 2011.
- COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.

CUNHA, M. A. P. da. Prioridades de pesquisa por subárea e objetivo. In: REUNIÃO TÉCNICA: PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1997, Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1998. p. 11-14 (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 77).

CUNHA, M. A. P. da. **Seleção para produtividade em populações de maracujazeiro. I. Seleção massal estratificada modificada.** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997a. 4 p. (EMBRAPA-CNPMPF. 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: EMBRAPA-CNPMPF, 1997b. 4 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Comunicado Técnico, 49).

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

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

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

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.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. O. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008d. 184 p.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. O. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: desafios e estratégias.** Portal Grupo Cultivar, 08 abr. 2009a. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/noticias/noticia.asp?id=29999>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

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. 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, DF: Embrapa Cerrados, 2005b. p. 187-210.

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. (Ed.). **Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa, 2006b. p. 138-142.

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

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

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, K. P.; BELLON, G.; PAULA, M. S.; COSTA, A. M.; FERREIRA, M. E. Bancos de DNA e de germoplasma de *Passiflora* spp. na Embrapa Cerrados. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PINTO, A. C. Q.; SOUSA, E. S. (Ed.). **IV Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro – Trabalhos apresentados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 110-117.

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. (Ed.). **Livros e cultivares apresentados no II Encontro da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – Regional DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009b. p. 44-45.

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. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 207).

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.; PEIXOTO, J. R.; PIO VIANA, A.; BRUCKNER, C.; LARANJEIRA, F. F.; DAMASCENO, F.; MELETTI, L. M. M.; CONSOLI, L.; SOUSA, M. A. F.; SILVA, M. S.; PEREIRA, M. G.; STENZEL, N.; SHARMA, R. D. Demandas para as pesquisas relacionadas ao melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: demandas para a pesquisa. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 25-34.

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: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e sustentabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 1 CD-ROM.

FERREIRA, F. R. Germoplasma de maracujá. In: REUNIÃO TÉCNICA: PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1997. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1998. p. 48-53. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 77).

FERREIRA, F. R. Germoplasma de *Passiflora* no Brasil. In: SÃO JOSE, A. R. (Ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1994. p. 24-26.

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

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

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.

GULICK, P.; VAN SLOTEN, D. H. **Directory of germplasm collections, 6 – I: Tropical and subtropical fruits and tree nuts**. Rome: IBPGR, 1984. 191p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Banco de Dados Agregados. Brasília, DF. Disponível em: <www.ibge.gov.br/www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 3 abril 2011.

IPGRI. Disponível em: <<http://www.ipgri.cgiar.org/germplasm/dbases.htm>>. Acesso em: 20 out. 2005.

IPGRI. Disponível em: <<http://www.ipgri.cgiar.org/germplasm/dbases.htm>>. Acesso em: 6 maio 2002.

ITI Tropicals. Disponível em: <<http://www.passionfruitjuice.com>>. Acesso em: 6 dez. 2011.

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.; 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. (Ed.). **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. (Ed.). **Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa, 2006a. p. 133-137.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; BORGES, R. S.; ARAÚJO, S. B.; ANJOS, J. R. N.; ANDRADE, S. R. M.; COSTA, A. M.; LIMA, A. A.; LARANJEIRA, F. F.; POLTRONIERE, S. L.; VASCONCELLOS, M. A. S.; SCARANARI, C.; MALDONADO, J. F. M. BRS Sol do Cerrado, BRS Ouro Vermelho e BRS Gigante Amarelo: híbridos de maracujazeiro azedo para sistemas de produção no Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (Ed.). **Livros e cultivares apresentados no II Encontro da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – Regional DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. p. 46-47.

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 estaquia e enxertia em estacas de passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2006b.

LOPES, S. C. Citogenética do maracujá, *Passiflora* spp. In: SÃO JOSÉ, A. R.; FERREIRA, F. R.; VAZ, R. L. (Ed.). **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 201-209.

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. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MULLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, p. 186-188, 2003.

OLIVEIRA, J. C. **Melhoramento genético de *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. visando aumento de produtividade**. 1980. 133 f. 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. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Maracujá**: do plantio à colheita. Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 291-310. Anais do 5º Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-158.

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

PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **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. (Ed.). **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. (Ed.). **Globalização e sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p. 109-138. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 15).

RUGGIERO, C.; LAM-SANCHEZ, A.; MIGUEL, S. Estudo de incompatibilidade em flores de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1975, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1975. p. 491-495.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVARTI, R.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para Exportação: Aspectos Técnicos da Produção**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 64 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 19)

SOARES-SCOTT, M. D.; MELETTI, L. M. M.; RECCO-PIMENTEL, S. M. Meiotic behaviour and pollen fertility in sexual and somatic hybrids of *Passiflora* species. **Caryologia**, v. 56, p. 129 –138, 2003.

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

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

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

VIEIRA, M. L. C.; OLIVEIRA, E. J.; MATTA, 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. (Ed.). **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. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 589-597.

Germplasm and Genetic Breeding of Passion Fruit - history and perspectives

Abstract

Wild species of passion fruit have great potential for use in breeding programs and as rootstocks, and they are alternatives for diversifying production systems with new functional foods for fresh consumption (sweet passion fruit) and new options for ornamental and medicinal plants. To realize the full potential of the Passifloras, especially species of brazilian biodiversity, agronomic characterization studies and genetic improvement are strategic and very important. The cultivation of passion fruit on a commercial scale began in the 1970, with sour passion fruit. The national yield average is around 14 ton / ha / year and the potential of culture under experimental conditions, can reach 50 tons / ha / year. Therefore, it is essential to use genetically improved varieties. Regarding the sweet passion fruit, ornamental and medicinal plants, despite their great potential, the cultivation in Brazil is very small. Within this context of diversified use of passion fruit, this article presents some of the history, current results and perspectives of further research for development of passion fruit and programs involving conservation, characterization and use of germplasm and genetic breeding.

Index terms: genetic resources, wild species, Passiflora, ornamental, medicinal, sweet.

Embrapa

Cerrados

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 9995