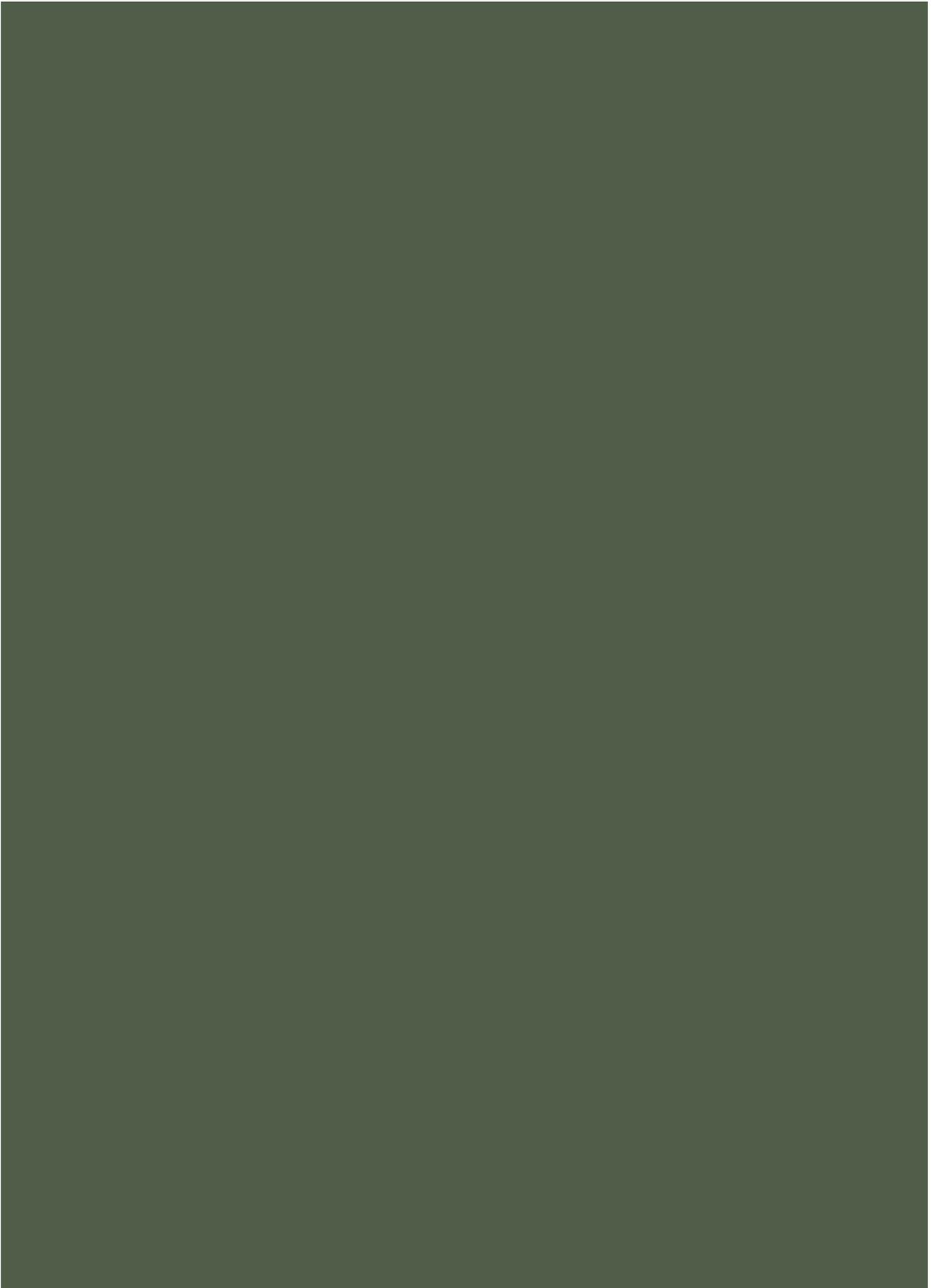


CAPÍTULO 1

O Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* 'Flor da Paixão': aspectos históricos e a importância da conservação e caracterização de recursos genéticos

Fábio Gelape Faleiro
Jamile da Silva Oliveira
Nilton Tadeu Vilela Junqueira





Introdução

Na década de 1990, a Embrapa Cerrados e parceiros iniciaram um programa de pesquisas com espécies silvestres e comerciais de maracujazeiro (*Passiflora* spp.). O Cerrado é um dos principais centros de diversidade do gênero *Passiflora* e acessos de grande importância têm sido obtidos, caracterizados e utilizados de forma prática no programa de melhoramento genético do maracujazeiro azedo e maracujazeiro doce, como porta-enxertos e também como plantas ornamentais, funcionais e medicinais.

Diante do grande potencial dos maracujás e dos desafios da pesquisa relacionados ao germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro foi iniciada, em 2005, a primeira fase do projeto "Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares". Nesta fase do projeto, foi aprovado um projeto de captação complementar de recursos no CNPq intitulado "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" cujos principais resultados foram relatados por Faleiro et al. (2012). Entre os principais resultados desse projeto foi a construção do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Passiflora* spp. 'Flor da Paixão'.

A construção do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* 'Flor da Paixão'

O Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* 'Flor da Paixão' foi construído pela equipe do Setor de Casas de vegetação, Irrigação e Viveiros, com a ajuda de colaboradores de outros setores. Merecem destaque a participação dos colegas Geovane Alves de Andrade e José Marcos Monteiro Lopes que coordenaram as diferentes etapas de construção (Figura 1). A construção do BAG 'Flor da Paixão' foi bastante complexa, considerando o tamanho da estrutura, a necessidade de um pé-direito alto e o peso do telado antiafídeo utilizado.

O banco foi inaugurado oficialmente no dia 20 de março de 2008, evento que contou com as ilustres presenças da primeira-dama do Brasil, Marisa Letícia Lula da Silva; da coordenadora de Agronegócio do CNPq, Maria Auxiliadora da Silveira; e do presidente da Embrapa, Sílvio Crestana (Embrapa Cerrados, 2017) (Figura 2).



Figura 1. Construção do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* spp. 'Flor da Paixão'⁽¹⁾.

Importância do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* 'Flor da Paixão'

Atualmente, este banco de germoplasma abriga uma das maiores coleções de *Passifloras* (maracujás) do mundo, com aproximadamente 200 acessos de 80 diferentes espécies do gênero (Figura 3). A conservação de plantas vivas de diferentes acessos e espécies de semiperenes é muito desafiadora, com eventuais perdas de acessos por diferentes causas (Faleiro; Junqueira, 2011). Por esse motivo, este BAG tem uma natureza dinâmica quanto ao número de acessos e espécies conservadas. Estima-se que já passaram por processos de caracterização no BAG 'Flor da Paixão' mais de 400 acessos de mais de 100 espécies diferentes do gênero *Passiflora*.

⁽¹⁾ Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/inauguracaobag/>>.



Figura 2. Solenidade de inauguração oficial do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* spp. 'Flor da Paixão'⁽²⁾.

Os acessos e as espécies conservados no BAG 'Flor da Paixão' são a base de variabilidade genética do programa de melhoramento genético de diferentes espécies do gênero *Passiflora* coordenado pela Embrapa Cerrados. Este programa, iniciado na década de 1990, por iniciativa do pesquisador Nilton Tadeu Vilela Junqueira, está na sua fase IV. A partir desta variabilidade genética, importantes produtos tecnológicos foram desenvolvidos ou estão em desenvolvimento (Faleiro et al., 2008, 2012, 2014, 2017).

A utilização de acessos de espécies silvestres de maracujá de forma prática no melhoramento genético do maracujazeiro azedo e também no desenvolvimento de cultivares de maracujazeiro doce, silvestre e ornamental têm sido fruto das pesquisas realizadas

⁽²⁾ Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/inauguracaobag/>>.



Figura 3. Imagens internas do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* spp. 'Flor da Paixão'.

na Embrapa Cerrados e seus parceiros (Faleiro e Junqueira, 2009; Faleiro et al., 2015). Tais pesquisas ganharam destaque no relatório mundial da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura Mundial sobre Recursos Genéticos (The second..., 2010), onde as ações de pesquisa e desenvolvimento realizadas no BAG 'Flor da Paixão' foram relatadas de forma especial.

O BAG 'Flor da Paixão' têm sido de grande importância para a conservação do germoplasma de *Passifloras*, contribuindo para a redução da erosão genética, principalmente a causada pelo avanço das fronteiras agrícolas do Centro-Norte do Brasil que é o local de maior diversidade genética do gênero *Passiflora* no Brasil. Em 2011, o BAG 'Flor da Paixão' foi credenciado com fiel depositária de amostra de componente do patrimônio genético por meio da deliberação do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético 041/2011/SECEX/CGEN publicado no D.O.U. nº 29, de 10.02.2011, Seção 3, página 112, Processo N° 02000.001723/2010-31.

Importância da conservação dos recursos genéticos

De acordo com Ferreira (2005), a erosão genética que vem ocorrendo nas espécies de *Passiflora* é significativa, sobretudo, devido à ação antrópica, quer seja para a expansão

da fronteira agrícola, quer seja pelo o crescimento industrial, como construção de hidrelétricas, rodovias, indústrias, etc. Diante desse cenário, o resgate e a conservação de germoplasma autóctone em coleções e bancos de germoplasma são imprescindíveis, assim como é recomendável a introdução de material proveniente de outros países.

O estudo da diversidade genética é uma atividade de grande relevância para a conservação e para o melhoramento de muitas espécies, pois, por meio desse conhecimento, é possível identificar genótipos contrastantes, com características de interesse, como fontes de resistência a doenças e alta produtividade, a fim de realizar cruzamentos promissores, para serem utilizados na base dos programas de melhoramento (Cruz; Carneiro, 2006).

Nesse sentido, nos últimos 12 anos, um esforço foi feito na Embrapa Cerrados e parceiros tendo em vista a prospecção, coleta, introdução, conservação, caracterização e uso de germoplasma de maracujazeiro. Tal uso tem sido feito para fornecer genes de interesse em programas de melhoramento genético, como porta-enxertos na produção de mudas e no estudo de potencialidades do maracujazeiro como planta ornamental e medicinal. Para subsidiar tal utilização, a conservação e a caracterização do banco de germoplasma são essenciais.

Ferreira (2005) relata que apesar da enorme variabilidade intra e interespecífica que as *Passifloras* apresentam, não existe uma coleção muito expressiva em número de acessos conservados. Pádua e Ferreira (2008) percorrendo a respeito do número de acessos de germoplasma das principais espécies frutíferas nas coleções mundiais, relataram que o número de acessos de *Passifloras*, naquela época, eram 1363 acessos. Nas coleções brasileiras eram conservados 599 acessos e nas coleções da Embrapa estava em torno de 400 acessos.

Importância da caracterização dos recursos genéticos

A caracterização é uma atividade de grande importância em bancos de germoplasma, pois permite identificar quais são os acessos duplicados, os modos de reprodução dos acessos e se há ou não variabilidade na coleção, para que seja realizada ciclos de seleção e recombinação, além da introdução ou intercâmbio de germoplasma para enriquecimento do banco (Valls, 2007). A caracterização baseia-se em uma lista de descritores

pré-estabelecida para cada espécie, podendo ser morfológicos e agronômicos, gerando informações úteis para subsidiar a utilização prática dos recursos genéticos (Ramos; Queiroz, 1999).

Para que a diversidade genética disponível seja utilizada tornam-se necessárias, a caracterização e a documentação de acessos com base em características úteis para programas de melhoramento genético (Borém; Miranda, 2009). A descoberta de características úteis pode ser baseada na avaliação do germoplasma em diversos níveis como: morfológico, agronômico, bioquímico, citogenético, molecular, fenológico, entre outros. Tal caracterização é um pré-requisito indispensável, antes de se iniciar qualquer programa de melhoramento, pois a existência de variabilidade genética desejável é a base para o estabelecimento de cruzamentos tendo em vista ganhos genéticos e desenvolvimento de cultivares melhorados (Meletti, 1998; Faleiro; Junqueira, 2009, 2011; Faleiro et al., 2015).

Segundo Faleiro et al. (2005), a caracterização e a exploração da variabilidade genética entre as espécies de *Passifloras* e, também, dentro da espécie cultivada (*P. edulis* Sims) podem revelar fontes de resistência ou tolerância de maior valor para o controle de doenças no campo ou utilização em programas de melhoramento genético. Além das espécies silvestres, o uso de variedades comerciais em programas de melhoramento é necessário com a finalidade de fornecer genes relacionados à produtividade e à qualidade dos frutos.

Estudos mais aprofundados de caracterização agronômica e molecular de variedades comerciais e silvestres de maracujá são necessários e de grande interesse para o melhoramento genético, orientando a escolha de genitores e o planejamento dos cruzamentos (Faleiro et al., 2005). Nesse contexto, dentro de um Banco de germoplasma (BAG), a existência de espécies domesticadas e silvestres, devidamente caracterizadas proporciona a base para outros estudos como a estimação de parâmetros genéticos, variância genética, variância fenotípica e herdabilidade, além de identificar a natureza dos genes no controle das características, e assim escolher a melhor estratégia de melhoramento (Cruz; Carneiro, 2006).

Nos estudos de caracterização das *Passifloras*, a utilização de caracteres de importância para o mercado consumidor é de grande importância, principalmente pensando no uso comercial de espécies silvestres (Martins, 2003; Cerqueira-Silva et al., 2009; Alves, 2012; Souza, 2012). Em tais espécies silvestres, após documentadas, podem ser reconhecidos

alguns genes importantes, que podem ser associados às espécies cultivadas via introgressão ou incorporação de alelos (Simmonds, 1993; Hajjar; Hodgkin, 2007).

Obtenção de descritores para caracterização de *Passiflora* spp.

A verificação da diversidade genética, segundo Cruz e Carneiro (2006), pode ser realizada pelo uso de diversos tipos de descritores, entre os quais, destacam-se os morfoagronômicos, citológicos, bioquímicos, fisiológicos e moleculares. A utilização de marcadores morfológicos tem sido realizada a fim de quantificar a variabilidade genética entre os acessos de espécies do gênero *Passiflora* (Crochemore et al., 2003; Tangarife et al., 2009). Independente do método utilizado, o importante é que os descritores utilizados possibilitem a distinção dos acessos, identificação de duplicatas e de acessos com características de interesse que possam ser usadas nos programas de melhoramento genético (Costa et al., 2009).

Os caracteres avaliados nos descritores podem ser quantitativos ou qualitativos, essa divisão se dá mediante a característica ser controlada por muitos ou poucos genes. Os qualitativos são determinados por poucos genes e assim sofrem pouca influência ambiental, já os quantitativos são controlados por muitos genes e são muito influenciados pelo ambiente (Silva, 2005).

Para o maracujazeiro, tradicionalmente são utilizados vários descritores morfoagronômicos (Crochemore et al., 2003; Meletti et al., 2005; Araújo et al., 2008; Freitas et al., 2011). A caracterização morfoagronômica tem sido feita com base em caracteres que sejam de fácil detecção e mensuração, e sofram pouca influência ambiental. Entretanto, de um modo geral, as características agronômicas de interesse comercial são normalmente quantitativas e muito influenciadas pelas condições ambientais. Nesse sentido, os trabalhos de caracterização agronômica devem ser realizados utilizando delineamentos estatísticos e experimentais apropriados com repetições e, preferencialmente, em diferentes ambientes.

Os trabalhos de caracterização são importantes para a valoração e o maior conhecimento desta rica biodiversidade brasileira. Estes trabalhos de caracterização dos acessos do BAG 'Flor da Paixão' subsidiaram a incorporação de muitos acessos em programas de

melhoramento do maracujazeiro azedo e doce visando à ampliação da base genética e também na diversificação de sistemas de produção envolvendo *Passifloras* ornamentais, funcionais e medicinais. Esta utilização prática dos recursos genéticos conservados em bancos de germoplasma é um dos principais desafios e demandas para as ações de pesquisa e desenvolvimento.

Literatura recomendada

ALVES, R. R.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SILVA, D. F. P. Relações entre características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-doce sweet passion fruit cultivated in Viçosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 619-623, 2012.

ARAÚJO, F. P. de; SILVA, N.; QUEIROZ, M. A. Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* Mast com base em descritores morfoagronômicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 723-730, 2008.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 5. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 529 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Proteção de cultivares**. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/protecao-cultivares>>. Acesso em: 12 maio 2017.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CARDOSO-SILVA, C. B.; NONATO, J. V. A.; CORRÊA, R. X.; OLIVEIRA, A. C. Genetic dissimilarity of "yellow " and "sleep " passion fruit accessions based on the fruits physical-chemical characteristics. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, p. 210-218, 2009.

COSTA; F. R.; PEREIRA; T. N. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 696-704, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782008005000099.

CROCHEMORE, M. L.; MOLINARI, H. B.; STENZEL, N. M. C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p.5-10, 2003.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2006. 585 p.

EMBRAPA CERRADOS. **Memória da inauguração do banco de germoplasma "Flor da Paixão"**. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/inauguracaobag/>>. Acesso em: 4 jul. 2017.

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, 2005. p. 187-210.

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, 2008. 59 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 207).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species. In: MARIANTE, A. da S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Org.). State of the Brazil's plant genetic resources: second national report: conservation and sustainable utilization for food and agriculture. Brasília, DF: Embrapa, 2009. p. 68-71.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Recursos genéticos: conservação, caracterização e uso. 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. 513-551.

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, DF: Embrapa Cerrados, 2012. 34 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 312).

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. 26 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 329).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N. de; MACHADO, C. de F.; FERREIRA, M. E.; JUNQUEIRA, K. P.; SCARANARI, C.; WRUCK, D. S. M.; HADDAD, F.; GUIMARAES, T. G.; BRAGA, M. F. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase 3: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 171 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 341).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, E. J. de; MACHADO, C. de F.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M.; GUIMARAES, T. G.; JUNQUEIRA, K. P. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase 2: resultados de pesquisa 2008-2012**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. 102 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 324).

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

FREITAS, J. P. X.; OLIVEIRA, E. D.; NETO, A. J. C.; SANTOS, L. R. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1013-1020, 2011.

HAJJAR, R.; HODGKIN, T. The use of wild relatives in crop improvement: a survey of developments over the last 20 years. **Euphytica**, v. 156, n. 1-2, p. 1-13, 2007.

MARTINS, M. R.; OLIVEIRA, J. C.; DI-MAURO, A. O.; SILVA, P. C. Avaliação de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) obtidas de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 111-114, 2003.

MELETTI, L. M. M. **Caracterização agrônômica de progênies de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* O. Deg.)**. 1998. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba- SP.

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.

PÁDUA, J. G.; FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de fruteiras. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Fundamentos do melhoramento de fruteiras**. Viçosa: Ed. da UFV, 2008. p. 39-68.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. Caracterização morfológica: experiência do BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido, com acessos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 9-12, 1999.

SILVA, H. T. da. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 31 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 184).

SIMMONDS, N. W. Introgression and incorporation strategies for the use of crop genetic resources. **Biology Reviews**, v. 68, p. 539-562, 1993.

SOUZA, S. A. M.; MARTINS, K. C.; AZEVEDO, A. S.; PEREIRA, T. N. S. Fenologia reprodutiva do maracujazeiro-azedo no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1774-1780, 2012.

TANGARIFE, M. M. M.; CAETANO, C. M.; TIQUE, C. A. P. Caracterización morfológica de especies del género *Passiflora* de Colombia. **Acta Agronómica**, v. 58, n. 3, p. 117-125, 2009.

THE SECOND report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome: FAO, 2010. 370 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf>>. Acesso em: 04 de julho de 2017.

VALLS, J. F. M. Caracterização de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa, 2007. p. 281-305.