

FEUILLET, C.; MACDOUGAL, J. M. Passifloraceae. In: KUBITZI, K. **The families and genera of vascular plants**. Berlin: Springer, v. 9, p. 270-281, 2007.

JESUS, O. N.; MARTINS, C. A. D.; MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; FALEIRO, F. G. (Ed.) **Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de maracujazeiro-doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (*Passiflora* spp.): Manual prático**. Brasília- DF: Embrapa, 2015a. 45 p.

JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; FALEIRO, F. G. et al. **Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims): Manual prático**. Brasília- DF: Embrapa, 2015b. 33 p.

JESUS, O.N.; MACHADO, C.F.; JUNGHANS, T.G.; OLIVEIRA, E.J.; GIRARDI, E.A.; FALEIRO, F.G.; ROSA, R.C.C.; SOARES, T.L.; LIMA, L.K.S.; SANTOS, I.S.; SAMPAIO, S.R.; AGUIAR, F.S.; GONÇALVES, Z.S. Recursos genéticos de *Passiflora* L. na Embrapa: pré-melhoramento e melhoramento genético. In: MORERA, M.P.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; CARLOSAMA, A.R.; CARRANZA, C. (Eds.) **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF: ProImpress. 2018. p. 13-40. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 83-091, 2011.

MORERA, M.P.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; CARLOSAMA, A.R.; CARRANZA, C. (Eds.) **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF: ProImpress. 2018. 233p. il. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>

NUNES, T. S., QUEIROZ, L. P. Uma nova espécie de *Passiflora* L. (Passifloraceae) para o Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 499-502, 2007.

PAIVA, C. L.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SILVA, R. N. O.; OLIVEIRA, E. J. Diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com o uso da estratégia Ward-MLM1. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 381 - 390, 2014.

PASSIFLORA in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: HYPERLINK "<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506>" \h <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506>>. Acesso em: 10 Abr. 2018.

CAPÍTULO 2

Recursos Genéticos e Caracterização Morfo-Agronômica

*Jamile da Silva Oliveira
Fábio Gelape Faleiro
Nilton Tadeu Vilela Junqueira*



Recursos genéticos

Recursos genéticos envolvem a variabilidade de espécies de plantas, animais e microrganismos integrantes da biodiversidade, de interesse socioeconômico atual ou potencial para uso em programas de melhoramento genético, biotecnologia e áreas afins (VALOIS et al.; 1996). Quando se utiliza o termo recursos genéticos vegetais, o universo da biodiversidade fica reduzido àqueles relativos à flora (NASS, 2007).

Os recursos genéticos vegetais constituem-se reservatório natural de genes com potencial de uso para a produção de provimentos essenciais à humanidade, tais como alimentos, fibras e medicamentos. Esses recursos apresentam grande importância, pois estão relacionados com as necessidades básicas do ser humano. Plantas cultivadas, espécies silvestres relacionadas às comerciais, variedades antigas e variedades melhoradas representam recursos genéticos que devem ser conservados e caracterizados, pois poderão ser utilizados em programas de melhoramento (FALEIRO et al., 2011).

O Brasil é considerado um centro de diversidade das passifloras, possui ampla variabilidade genética, sendo esta fundamental para o sucesso de qualquer programa de melhoramento genético de uma espécie (GANGA et al., 2004). O grande potencial do uso de espécies silvestres de maracujá em programas de melhoramento genético do maracujazeiro tem sido relatado nos últimos anos (JUNQUEIRA et al., 2006; FALEIRO et al., 2008; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2009; FALEIRO et al., 2011; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2011; FALEIRO et al., 2015; FALEIRO et al., 2017).

O gênero *Passiflora* possui ampla variabilidade intra e interespecífica, possuindo potencial para usos diversos, tanto alimentar e medicinal quanto ornamental. Espécies nativas e silvestres de maracujá possuem perspectivas para produção de frutos para o consumo *in natura*, para a produção de fármacos, alimentos funcionais e para uso como planta ornamental. Espécies silvestres são fontes de genes para o melhoramento do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) e doce (*Passiflora alata* Curtis), servem como porta enxerto e ainda para a obtenção de híbridos de maracujazeiro ornamental (FALEIRO et al., 2006; FALEIRO et al., 2008; FALEIRO et al., 2015; FALEIRO et al., 2017). Conhecer e quantificar essa variabilidade genética e avaliar o desempenho agronômico dessas espécies é fundamental para identificar recursos genéticos de grande valor, sejam aqueles passíveis de serem introduzidos de forma direta em sistemas de produção, sejam aqueles com potencial para serem usados em programas de melhoramento (FALEIRO et al., 2011; FALEIRO et al., 2015).

A conservação e caracterização de diferentes acessos em bancos ativos de germoplasma (BAGs) para uso em programas de melhoramento genético são essenciais considerando as possibilidades de combinações gênicas na base dos cruzamentos envolvendo a variabilidade dos recursos genéticos. De acordo com Alves et al. (2010), a variabilidade genética existente em nível populacional das espécies nativas é um dos fatores mais impactantes no que se refere à conservação e aproveitamento de recursos genéticos em programas de melhoramento.

A utilização de recursos genéticos tem viabilidade fundamentada na coleta, introdução, intercâmbio e conservação de acessos de germoplasma, bem como em sua caracterização e avaliação. A conservação oferece suporte aos trabalhos de melhoramento genético, viabiliza o intercâmbio de germoplasma e, notadamente, a preservação da variabilidade genética, enquanto a caracterização e avaliação permitem conhecer qualidades e potencialidades do material (FALEIRO et al., 2011).

A conservação do germoplasma, que se constitui em atividade indispensável para que haja disponibilidade de material ao melhoramento, pode ser realizada *in situ* (manutenção dos materiais nos próprios locais de ocorrência) ou *ex situ* (manutenção em locais e condições distintas daqueles da ocorrência natural). A conservação *in situ* objetiva conservar os habitats naturais nos quais a diversidade genética existe, incluindo áreas nativas e de proteção ambiental, reservas e sistemas agrícolas tradicionais. Já a conservação *ex situ* compreende a retirada dos recursos genéticos de seu ambiente de ocorrência natural e sua transferência para condições de armazenamento artificiais que podem ser desde a conservação em condições de campo, como em laboratório, por curtos ou longos períodos de tempo (SCHERWINSKI-PEREIRA; COSTA, 2010).

Apesar da conservação de recursos genéticos do gênero *Passiflora* serem de extrema importância para o Brasil, existe uma carência de ações de pesquisa nesta área (OLIVEIRA, 2018). Além da conservação, são necessárias ações de pesquisa de caracterização morfológica, agrônômica, citogenética e molecular dos acessos conservados para subsidiar a sua utilização prática 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 (FALEIRO et al., 2005; FALEIRO et al., 2011; FALEIRO; JUNQUEIRA 2011; FALEIRO et al., 2015; JESUS et al., 2018).

Caracterização morfo-agronômica

A caracterização morfológica é muito utilizada em estudos de diversidade genética e também para obtenção de descritores utilizados em ensaios de distinguibilidade homogeneidade e estabilidade (DHE). No caso das Passifloras, existem duas instruções normativas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para realização dos ensaios DHE. A primeira envolve a obtenção de 28 descritores (JESUS et al., 2015a) para proteção de cultivares de maracujazeiro-azedo da espécie *Passiflora edulis* Sims, que é a mais cultivada no Brasil. A segunda envolve a obtenção de 35 descritores (JESUS et al., 2015b) para proteção de cultivares de outras espécies do gênero *Passiflora*, incluindo os híbridos interespecíficos.

A caracterização agronômica, por sua vez, é muito utilizada para subsidiar o uso prático dos recursos genéticos em programas de melhoramento genético e para diversificar sistemas de produção com novas espécies de potencial comercial (FALEIRO et al., 2015). Normalmente, a caracterização agronômica envolve a realização de experimentos com repetições e em diferentes ambientes para avaliação de características relacionadas aos componentes primários da produção, adaptabilidade, resistências a pragas e doenças, características físicas e químicas de frutos, entre outras. No caso das Passifloras, Jesus et al. (2016) publicaram um livro contendo um catálogo de descritores para utilização na caracterização agronômica de plantas e acessos.

A aplicação destes descritores morfoagronômicos permite verificar e quantificar a variabilidade genética entre espécies e dentro das espécies. Tal variabilidade encontrada em acessos coletados e caracterizados é a base para o desenvolvimento de um programa de melhoramento (FALEIRO et al., 2008). As informações de cada acesso disponível em bancos de germoplasma e a quantificação da variabilidade genética são essenciais para permitir o uso dos recursos genéticos de forma mais eficiente pelos melhoristas (OLIVEIRA, 2018).

Caracterizar e explorar a variabilidade genética das espécies de Passifloras podem revelar fontes de características de interesse nos programas de melhoramento como, por exemplo, a resistência ou tolerância a pragas e doenças, sendo de grande valor para o desenvolvimento de cultivares que permitam o controle genético dessas pragas (FALEIRO et al., 2006). O estudo da diversidade consiste em uma atividade básica tanto para o melhoramento de plantas quanto para a conservação de muitas espécies. Este possibi-

lita descrever e diferenciar acessos, o que permite identificar genótipos contrastantes a fim de realizar cruzamentos promissores (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

A diversidade genética expressa diferenças nas populações e genótipos, que podem ser estimadas por intermédio de diversos marcadores, como os descritores morfo-agronômicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares (AMARAL JUNIOR et al., 2010). Os estudos de diversidade genética permitem inferir sobre organização do germoplasma, a eficiência da amostragem de genótipos, a definição de cruzamentos artificiais e a incorporação de genes de germoplasma nativo e exótico (VIEIRA et al., 2007).

A caracterização com base em descritores morfológicos é uma forma simples, acessível e muito utilizada para a quantificação da diversidade genética dos acessos disponíveis em bancos de germoplasma e seu uso no melhoramento (OLIVEIRA, 2018). Vieira et al. (2007) relatam o uso de diferentes descritores morfológicos, fenológicos e agrônômicos para caracterizar os acessos e genótipos selecionados nas diferentes etapas de um programa de melhoramento. Esses descritores têm um papel fundamental na caracterização e seleção de plantas, sendo decisivos no desenvolvimento de novas cultivares, além de permitir a estimação de parâmetros genéticos e de diversidade genética em acessos conservados nos bancos de germoplasma. De um modo geral, a caracterização morfológica tem sido feita com base em caracteres de fácil detecção e mensuração, e que sofram pouca influência ambiental (JESUS et al., 2015a; 2015b) e a caracterização agrônômica incluindo caracteres diretamente ligados à produtividade (JESUS et al., 2016) que normalmente envolvem vários genes e são mais influenciados pelas condições ambientais, exigindo delineamentos experimentais para estimar, controlar e minimizar tais efeitos. Características agrônômicas podem ser exploradas a partir de recursos genéticos, sobretudo visando a obter variabilidade que pode ser empregada na geração de variedades mais produtivas, na busca de resistência a pragas e doenças, entre outras possibilidades (FALEIRO et al., 2011).

Na caracterização morfo-agronômica muitos descritores são considerados, exigindo maior esforço e tempo para a coleta dos dados. Todavia, em muitas situações não há necessidade de um grande número de descritores, sendo mais racional a seleção daqueles que melhor representem a variabilidade existente para a cultura estudada. Essa caracterização tem sido efetuada em coleções de germoplasma para gerar informações sobre a descrição e a classificação do material conservado.

Em revisão realizada por Oliveira (2018), foram relatados diferentes trabalhos de caracterização de acessos de diferentes espécies do gênero *Passiflora* utilizando diferentes características. Um exemplo foi o trabalho de Araújo et al. (2008) que estudaram a variabilidade genética de 32 acessos de *P. cincinnata* Mast. com base em 23 caracteres morfológicos que foram muito úteis na diferenciação e caracterização dos acessos. Dependendo do número e da variabilidade genética dos acessos, alguns caracteres podem não ser polimórficos ou pouco informativos. Nesta linha, Castro et al. (2012) selecionaram 22 descritores morfológicos mínimos para caracterizarem genótipos de *P. edulis*.

Silva et al. (2012) estimaram parâmetros genéticos relacionados a onze características agronômicas de uma população de maracujazeiro azedo, sob o método de seleção recorrente. Os caracteres avaliados foram o número de dias para o florescimento, o peso médio dos frutos, o comprimento médio dos frutos, a largura média dos frutos, a espessura média de casca, o teor de sólidos solúveis totais, a coloração da polpa, a média percentual de polpa, o número total de frutos, a produção total e o peso médio de frutos. Com essas características, os autores verificaram a existência de variabilidade genética disponível na população com possibilidade de seleção de progênies superiores de maracujazeiro azedo.

Características morfológicas e agronômicas também foram utilizadas por Sousa et al. (2012) para estudar a divergência genética de acessos de *Passiflora edulis* e *P. cincinnata*. Os acessos analisados dessas espécies apresentaram variabilidade genética para a maioria das características estudadas, possibilitando a seleção de genitores divergentes com relação às características físicas e químicas dos frutos. As características de maior importância na seleção de genótipos de maracujazeiro foram número de sementes, diâmetro do fruto, tamanho do fruto e peso do fruto, sendo que tamanho do fruto, rendimento de suco e diâmetro do fruto foram as que mais contribuíram para a divergência total entre os acessos de *Passiflora*, e a característica que menos contribuiu foi a acidez titulável.

Por meio de avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro azedo, Neves et al. (2013) identificaram pelo menos quatro híbridos de maracujazeiro azedo (H09-08, H09-10, H09-13 e H09-14) que apresentam médias de produtividades de frutos acima de 40 t.ha⁻¹. Esses autores verificaram que alguns híbridos (H09-10, H09-14 e H09-20) possuíam bom equilíbrio para as principais características, como produtividade de frutos, número de frutos, massa de frutos, rendimento de suco, produtividade de suco e teor de sólidos solúveis totais.

Negreiros et al. (2008) caracterizaram frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro azedo em Rio Branco, no Acre, e observaram que alguns frutos apresentaram características desejáveis tanto para o mercado *in natura* como para a indústria, assim como revelaram a superioridade de alguns acessos para futuros trabalhos de melhoramento. Estes autores notaram também que algumas progênies apresentaram aptidões apenas para o mercado *in natura*, enquanto outras seriam aptas apenas para a indústria.

A caracterização morfo-agronômica, incluindo o entendimento dos efeitos genéticos e ambientais sobre as características, é primordial para identificar os recursos genéticos mais promissores para uso na base dos cruzamentos de programas de melhoramento e também para a realização dos ciclos de seleção e recombinação. As estimativas de parâmetros genéticos, correlações e estudos de herança genética das características é essencial para o estabelecimento das melhores estratégias de melhoramento visando a maximizar os ganhos genéticos (FALEIRO et al., 2006).

Referências

- ALVES, R. E.; SOUZA, F. X. de; CASTRO, A. C. R. de; RUFINO, M. do S. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIANA, A. P.; GONÇALVES, L. S. A.; BARBOSA, C. D. Procedimentos Multivariados em Recursos genéticos vegetais. In: PEREIRA, T. N. S. (Ed.). **Germoplasma: Conservação, Manejo e Uso no Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Arka, 2010. p. 205-254.
- ARAÚJO, F. P.; SILVA, N.; QUEIROZ, M. A. Genetic divergence among *Passiflora cincinnata* Mast. accessions based on morphoagronomic descriptors. Revista **Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 723-730, 2008.
- CASTRO, J. A.; NEVES, C. G.; DE JESUS, O. N.; OLIVEIRA, E. J. Definition of morpho-agronomic descriptors for the characterization of yellow passion fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 17-22, 2012.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. v. 2. 144 p.
- 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: Embrapa Technological Information, 2009. p. 101-106.
- 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: Embrapa Cerrados, 2011. p. 513-551.

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: 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, 2006, 54p.

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

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**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 550-570 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.)**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2015. 26 p. (Documentos, 329).

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, 2017. (Documentos, No 324). 171p.

GANGA, R. M. D.; RUGGIERO, C.; LEMOS, E. G. M.; GRILI, G. V. G.; GONÇALVES, M. M.; CHAGAS, E. A.; WICKERT, E. Diversidade genética em maracujazeiro amarelo utilizando marcadores moleculares AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 494-498, 2004.

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.; FAVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. F.; FALEIRO, F. G. (Eds.) **Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília: Embrapa, 2006. p.133-137.

NASS, L. L. Pré-melhoramento vegetal. 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**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 25-38.

NEGREIROS, J. R. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; ÁLVARES, V. S.; LIMA, V. A.; OLIVEIRA, T. K. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco – Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 431-437, 2008.