



# **PRÉ-MELHORAMENTO DE PLANTAS: EXPERIÊNCIAS DE SUCESSO**

# Pré-melhoramento de Plantas: experiências de sucesso

---

*Fábio Gelape Faleiro  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Alessandra Pereira Fávero  
Maurício Antonio Lopes*

## **Introdução**

O sucesso do pré-melhoramento envolve, pelo menos, duas fases – a primeira, o conhecimento de genes ou características potencialmente úteis de espécies silvestres, germoplasma exótico ou de populações não-melhoradas; e a segunda, a sua utilização prática com a incorporação em materiais-elite agronomicamente adaptados com características comerciais prontamente utilizadas na agricultura.

As atividades do pré-melhoramento são de grande importância para subsidiar a utilização prática dos recursos genéticos e ampliar a base genética dos programas de melhoramento (DUVICK, 1990; NASS; PATERNIANI, 2000). Tais atividades assumem maior importância para caracteres com insuficiente variabilidade genética em materiais já melhorados ou em germoplasma-elite. Nesse sentido, para maximizar o sucesso dos programas de pré-melhoramento é essencial a integração de suas atividades com as atividades e demandas dos programas de melhoramento e pós-melhoramento.

Além da importância como elo entre os recursos genéticos vegetais e o melhoramento genético, as atividades de pré-melhoramento podem identificar genes e características para composição de bancos de caracteres e funções biológicas (LOPES et al., 2007; NASS et al., 2007). Estes bancos podem alimentar programas biotecnológicos, como aqueles baseados em genômica funcional, manipulação gênica e transgenia e, também, alimentar programas envolvendo a diversificação e agregação de valor à agricultura, na forma de novos alimentos, de fibras, de aromas, de biomateriais e de novas variedades com valor ornamental, funcional e medicinal.

Neste capítulo, são apresentadas, de forma sintética, algumas experiências de sucesso do pré-melhoramento de plantas, tendo como base os resultados apresentados no I Curso Internacional de Pré-melhoramento de Plantas (LOPES et al., 2006b) e nas experiências do Programa de Melhoramento do Maracujazeiro, cujas atividades têm contribuído de forma decisiva para o lançamento de novas variedades e híbridos.

## Experiências de Sucesso do Pré-melhoramento

Durante o I Curso Internacional de Pré-melhoramento de Plantas, realizado em Brasília (1ª fase – teórica) e em várias regiões do Brasil (2ª fase – prática), foram apresentadas algumas experiências de sucesso de importantes espécies de plantas. Neste tópico, procurou-se sintetizar algumas dessas experiências.

### **Milho**

Milach et al. (2006) relataram algumas experiências em pré-melhoramento de milho na iniciativa privada, destacando algumas limitações e oportunidades. O primeiro aspecto relatado pelos autores é o questionamento da necessidade de atividades de pré-melhoramento, considerando que, ainda hoje, existe uma grande variabilidade genética a ser explorada no germoplasma-elite tropical de milho. Segundo Paterniani (2006), o milho é um excelente exemplo do poder da seleção, que, com eventuais cruzamentos, resultou na formação de aproximadamente 300 raças e milhares de variedades existentes.

Antes de iniciar atividades de pré-melhoramento, Milach et al. (2006) ponderaram algumas barreiras que dificultam a transferência de genes de germoplasma não-adaptado para o germoplasma adaptado em milho, como diferenças de ciclo, de épocas de florescimento, de sensibilidade diferencial ao fotoperíodo, e de diferentes colorações dos grãos. A utilização de, pelo menos, dois ciclos de retrocruzamentos em direção ao material-elite antes de iniciar o processo de autofecundação para obter linhadas é apresentada como uma necessidade para combinar as características desejadas com o nível de adaptação necessário.

Entre as experiências de sucesso, Milach et al. (2006) relatam a transferência de genes de resistência à ferrugem-*Polissora* e ferrugem-tropical para pool gênico elite e o fluxo de germoplasma tropical para temperado e vice-versa, garantindo diversidade genética para os programas de melhoramento do milho em cada região. Outra experiência é a identificação de novos genes de resistência a doenças foliares e de colmo com base em marcadores moleculares, os quais têm revelado novas fontes de variabilidade genética para os programas de melhoramento (WISSER et al., 2006).

Teixeira et al. (2006) discutiram, durante o curso de pré-melhoramento do milho, algumas experiências de sucesso de pré-melhoramento na Embrapa, como a valoração de acessos de germoplasma quanto à resistência e tolerância a estresses bióticos e abióti-

cos; uso de milhos especiais (milho com alta qualidade protéica, milho pipoca, milho para biofortificação e milho doce); e o pré-melhoramento visando à palha de milho de qualidade para artesanato.

## **Café**

O Brasil ocupa posição de destaque como maior produtor e exportador mundial de café. A utilização de cultivares altamente produtivas é um dos fatores responsáveis por essa posição. Segundo Fazuoli (2006), a obtenção dessas cultivares é resultado de contínuo trabalho referente, inicialmente ao pré-melhoramento e posteriormente ao melhoramento. O autor destaca a importância das formas selvagens do cafeeiro, que apresentam características altamente vantajosas, como resistência a pragas e doenças, tolerância à seca e outras variações do ambiente. Destacam-se ainda outras características da planta, como porte, comprimento dos internos, sistema radicular, flores e frutos, além de atributos químicos da semente, por exemplo, porcentagem de cafeína, de sólidos solúveis, de açúcares, de óleos e outros.

Segundo Fazuoli (2006), no Instituto Agrônomo de Campinas, existem 16 espécies do gênero *Coffea* e três do gênero *Psilanthus* e as espécies *C. canephora*, *C. congensis*, *C. racemosa* e *C. dewevrei* vêm sendo aproveitadas como importantes fontes de resistência a pragas, a moléstias, a nematóides e às condições adversas de ambiente. O exemplo prático de tal aproveitamento foi o lançamento das cultivares Icatu Vermelho, Icatu Amarelo e Icatu Precoce, com resistência à ferrugem. Essas cultivares são provenientes do cruzamento entre *C. arabica* e *C. canephora* com o número de cromossomos duplicados. As cultivares Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33 são produtivas, de porte baixo, com alta resistência à ferrugem e derivadas do Híbrido de Timor, o qual, por sua vez, é derivado de *C. canephora* e de programas de pré-melhoramento visando à resistência à ferrugem. Além da resistência à ferrugem, acessos de *C. canephora*, também apresentam resistência a nematóides e a *Colletotrichum coffeanum*. A espécie *C. racemosa* é também utilizada no programa de melhoramento como fonte de resistência ao bicho mineiro e à seca e para obtenção de materiais com maturação precoce. *C. congensis* vem sendo utilizada por possuir exuberante sistema radicular e boa produção, além da resistência a nematóides e bicho mineiro.

Fazuoli (2006) salienta que, em todos os programas em que espécies silvestres são aproveitadas, há necessidade de se realizarem provas de qualidade de bebida para fins de

seleção, pois apenas *C. arabica* produz bebida considerada de ótima qualidade. Pensando na bebida, outra característica importante, trabalhada no pré-melhoramento, é o teor de cafeína. A espécie *C. pseudozanguebarie* não apresenta cafeína nas suas sementes e, por isso, tem sido utilizada. Para a melhoria da bebida, Fazuoli et al. (2000) salientam a importância das técnicas de biotecnologia, incluindo o maior conhecimento do genoma do café.

## **Arroz**

Nos dados do programa de melhoramento de arroz irrigado conduzido no Brasil, mostra-se que os ganhos genéticos para produtividade de grãos têm sido inferiores a 1 % ao ano (BRESEGHELLO et al., 1999). Existem várias razões para estagnação e declínio dos percentuais de ganho de produtividade, mas não há dúvidas de que o componente genético, em virtude da baixa variabilidade nos programas de melhoramento, é crucial (FERREIRA; RANGEL, 2005).

As espécies silvestres de arroz vêm sendo utilizadas nos programas de melhoramento genético tanto para ampliar a base genética das populações, quanto para transferir características específicas para as variedades cultivadas. Das espécies silvestres que ocorrem no Brasil, a *Oryza glumaepatula*, por ser autógama, diplóide e possuir genoma AA, semelhante ao da espécie cultivada *Oryza sativa*, é a que possui maior potencial. Usando o método de retrocruzamento avançado (AB-QTL) (TANKSLEY; NELSON, 1996), foram desenvolvidos no Brasil, trabalhos de incorporação de genes de produtividade de *O. glumaepatula* em *O. sativa* (BRONDANI et al., 2002; RANGEL et al., 2005). Outros trabalhos, visando à tolerância à seca e ao ferro tóxico, estão em desenvolvimento (RANGEL et al., 2006).

## **Amendoim**

O amendoim (*Arachis hypogaea*) é uma espécie alotetraplóide, com 40 cromossomos e de fórmula genômica AABB. Diversas espécies silvestres do gênero *Arachis* mostram resistência a doenças relevantes para a cultura do amendoim, como a mancha preta (*Cercosporidium personatum*), mancha castanha (*Cercospora arachidicola*) e ferrugem (*Puccinia arachidis*). Contudo, em sua maioria, as espécies silvestres da seção *Arachis* são diplóides, com  $2n=20$ , e se associam, diferencialmente, em grupos mais próximos ao genoma A ou B de *A. hypogaea*.

Segundo Fávero et al. (2006), o projeto de pré-melhoramento de amendoim (*Arachis hypogaea*), no Brasil, iniciou-se em 2000, com a identificação de espécies silvestres

resistentes a mancha-preta, mancha-castanha e ferrugem. Para permitir a introgressão de genes de interesse, localizados em espécies silvestres no tetraplóide cultivado, foram realizados cruzamentos de espécies mais associadas ao genoma B do amendoim com aquelas mais correspondentes ao genoma A, gerando híbridos diplóides estéreis. O resgate da fertilidade desses híbridos se deu pela poliploidização, que criou os chamados anfidiplóides sintéticos, linhagens que foram cruzadas com *A. hypogaea*. Muitos destes cruzamentos geraram descendentes férteis.

A obtenção de híbridos entre anfidiplóides sintéticos tem proporcionado a união de genes de interesse, localizados em até quatro espécies distintas. Esses híbridos foram, posteriormente, cruzados com o amendoim, gerando plantas com genes de até cinco espécies distintas. Diversos tipos de caracterização são realizados, como a morfológica, a reprodutiva, a molecular, a citogenética, a qualidade de grãos (teores de óleo e proteína) e a resistência a doenças e a pragas. Ensaios de avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos  $F_1$ ,  $F_2$ , e  $RC_1$  têm mostrado que será possível, em médio prazo, a ampliação tanto da resistência, quanto da variabilidade genética existente em materiais utilizados nos atuais programas brasileiros de melhoramento do amendoim.

## **Mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), apesar da rusticidade, apresenta sérios problemas com fatores bióticos e abióticos e com um problema fisiológico chamado deteriorização fisiológica pós-colheita (DFP). O potencial de espécies silvestres, para ajudar a resolver tais problemas, foi relatado na revisão feita por Alves et al. (2006). *M. glaziovii* é citada como a única fonte de resistência a mandarová e fonte de resistência ao vírus do mosaico. Redução do DFP foi verificada em híbridos interespecíficos entre *M. esculenta* e *M. walkerae*. *M. glaziovii*, *M. catingae* e *M. carthaginensis* são potenciais fontes de genes para tolerância à seca.

Apesar do potencial das espécies silvestres, os melhoristas de mandioca não têm utilizado os cruzamentos interespecíficos. Alves et al. (2006) relatam, entre as principais razões para isso, a natureza heterozigota e o longo ciclo reprodutivo; os problemas de segregação distorcida; a supressão de recombinação; e o arraste de genes deletérios. Os autores comentam que o método dos retrocruzamentos avançados (AB-QTL) seria uma alternativa para superar algumas das limitações levantadas. Recentemente, foi aprovado

o projeto “Desenvolvimento de Tecnologias de Baixo Custo para Piramidação de Genes Úteis de Espécies Silvestres de Mandioca em Progenitores Elite”, financiado pelo Programa Desafio Geração (FREGENE et al., 2008).

## **Hortalças**

Lopes et al. (2006a) citam algumas hortalças com experiências de sucesso em pré-melhoramento no Brasil, entre elas, a cenoura, o alho, a batata-doce, a cebola, as abóboras e as morangas, a melancia, os pimentões e as pimentas, o tomate, as brássicas e a ervilha. Características, relacionadas à resistência e tolerância a estresses bióticos e abióticos, adaptabilidade e melhoria da qualidade nutricional, são as mais trabalhadas.

## **Citrus**

Os citros, gênero *Citrus* e afins, constituem complexo grupo de plantas, apresentando ampla diversidade genética, de inquestionável utilidade em programas de melhoramento genético, particularmente aqueles dirigidos à obtenção de porta-enxertos. Os gêneros *Microcitrus* e *Eremocitrus* destacam-se como tolerantes à seca, *Poncirus* e *Fortunella* como tolerantes ao frio, *Severinia* como tolerante à salinidade (SOARES FILHO et al., 2006). As espécies *Poncirus trifoliata* e *Severinia buxifolia* são consideradas resistentes aos complexos comuns do vírus-da-tristeza-dos-citros e ao nematóide-dos-citros. *Citropsis*, *Eremocitrus*, *Microcitrus* e *Clymenia* podem ser utilizados como porta-enxertos que reduzem o porte das plantas, permitindo o plantio em espaçamentos mais adensados (SOARES FILHO et al., 2006).

Diversos híbridos, envolvendo *Citrus* e gêneros afins, vêm sendo obtidos, havendo denominações que identificam determinados tipos de cruzamentos: tangelo, tangor, orangelo, lemonange, lemonime, lemandarin, citrange, citrumelo, entre vários outros (SWINGLE, 1967). Outra utilidade dos gêneros afins de *Citrus*, relatado por Soares Filho et al. (2006), é a obtenção e utilização de plantas cítricas ornamentais, citando as espécies *Severinia buxifolia*, *Triphasia trifolia*, *Citrus amblycarpa* e *Citrus madurensis*.

## **Fruteiras nativas**

Dentro do conceito do pré-melhoramento de identificação e transferência de genes úteis de espécies silvestres para materiais-elite, quando pensamos em fruteiras nativas, antes do pré-melhoramento, atividades relacionadas ao conhecimento de todo o potencial

da fruteira nativa e de sua domesticação são essenciais. Segundo Soares Filho e Ritzinger (2006), diante do diversificado elenco de fruteiras brasileiras nativas e da necessidade de sua preservação e aproveitamento de forma sustentável, um primeiro passo seria trabalhar e selecionar acessos de fruteiras nativas com maior potencial de exploração agroindustrial, em cada região de ocorrência da espécie. Podem ser citados como exemplo o umbuzeiro e o umbu-cajazeira (Semi-Árido), o açaí, o cajá, o cupuaçu, o jenipapo e a mangaba (Mata Atlântica), o pequi, a mangaba, o baru, o araticum (Cerrado), entre outras.

### ***Maracujá***

O uso de espécies silvestres de maracujá no melhoramento genético tem mostrado grande potencial como fonte de resistência a doenças e outros genes de importância agro-nômica (JUNQUEIRA et al., 2005). O uso como porta-enxertos, também é uma alternativa importante para resistência a nematóides e a fungos do solo (JUNQUEIRA et al., 2006b). Além disso, as espécies silvestres são alternativas para diversificar os sistemas de produção com novos alimentos funcionais para consumo in natura e para uso como plantas ornamentais e medicinais. O conhecimento e a utilização prática das espécies silvestres de maracujá são importantes demandas da pesquisa (FALEIRO et al., 2006a). Baseado no grande potencial do uso de espécies silvestres de maracujá, resultados finais têm sido obtidos dentro do programa de melhoramento genético do maracujazeiro, realizado na Embrapa Cerrados e parceiros, os quais serão discutidos de forma mais detalhada.

## **Experiências do Pré-melhoramento e Melhoramento do Maracujazeiro Realizado na Embrapa Cerrados e Parceiros**

Existe uma ampla variabilidade genética de *Passiflora* spp. a ser conhecida, caracterizada, protegida, conservada e, convenientemente, utilizada comercialmente ou em programas de melhoramento genético como fornecedoras de genes relacionados a características de interesse (FALEIRO et al., 2005, 2006b) (Fig. 1). Nesse sentido, a partir do início da década de 1990, o programa de melhoramento do maracujazeiro, conduzido na Embrapa Cerrados e parceiros tem procurado conhecer e utilizar tais espécies silvestres. Nos últimos anos, os primeiros resultados finais desse processo têm sido obtidos, os quais serão comentados a seguir.



Foto: Embrapa Cerrados

**Fig. 1.** Amostra da variabilidade genética de *Passiflora* spp.

## O Conhecimento da Variabilidade Genética do Maracujazeiro e sua Utilização

Avaliações agrônômicas 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 (JUNQUEIRA et al., 2005).

Segundo Junqueira et al. (2005, 2006a), entre as várias espécies de passifloras silvestres no Brasil, muitas têm características interessantes que poderiam ser introduzidas no maracujazeiro comercial. Além da resistência a 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 à sua sazonalidade, permitindo a produção de frutos, durante todo o ano, na região Centro-Sul do País. A tolerância ao frio, verificada em *P. caerulea* e *P. incarnata*, é uma característica de grande interesse para o melhoramento genético do maracujazeiro.

Outra característica observada em algumas espécies silvestres e relatada por Junqueira et al. (2006a) é a presença de androginóforo mais curto que reduz a altura dos estigmas em relação à corona, 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 corona (Fig. 2), 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 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 deixar mais avermelhada a polpa do maracujazeiro-azedo comercial, melhorando suas propriedades funcionais (Fig. 3).

**Fig. 2.** *Passiflora odontophylla*, evidenciando a curta distância entre as anteras e estigmas e a corona, permitindo a polinização por pequenos insetos.



Foto: Embrapa Cerrados



Foto: Embrapa Cerrados

**Fig. 3.** *Passiflora caerulea*, evidenciando a coloração avermelhada da polpa.

## Resultados de Pesquisas Realizadas na Embrapa Cerrados

Para que a variabilidade genética de espécies silvestres seja utilizada e aproveitada em programas de melhoramento, torna-se necessária a realização de hibridações interespecíficas ou o uso da biotecnologia moderna na obtenção de híbridos somáticos ou na utilização da tecnologia do DNA recombinante e engenharia genética.

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., 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, sendo 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., 2006b). Na Fig. 4, é ilustrada a recuperação do genoma recorrente a partir do cruzamento base entre *P. edulis* e *P. setacea*.

Entre os híbridos interespecíficos que estão sendo obtidos, destaque especial deve ser dado ao híbrido *P. coccinea* x *P. setacea*. Este foi lançado como o primeiro híbrido ornamental de maracujazeiro no Brasil – BRS Estrela do Cerrado. 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 (Fig. 5).

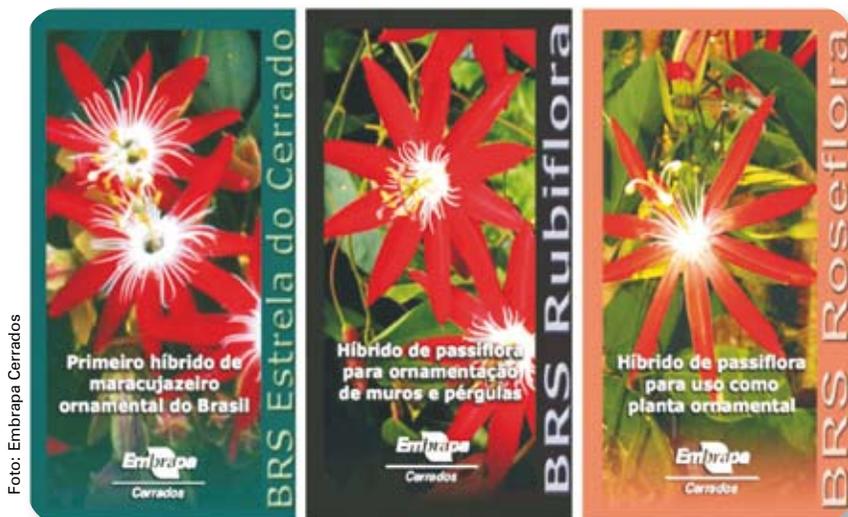
Outros produtos tecnológicos obtidos a partir do trabalho básico de pré-melhoramento do maracujazeiro são os híbridos BRS Sol do Cerrado, BRS Gigante Amarelo e BRS Ouro Vermelho (Fig. 6). A utilização de acessos silvestres de *P. edulis*, na base dos cruzamentos, permitiu a obtenção de materiais genéticos com a coloração de polpa mais avermelhada e menos dependentes da polinização manual.

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 (Fig. 7) e bons níveis de produtividade.

Também merecem destaque os híbridos interespecíficos com potencial uso como porta-enxertos visando à resistência a nematóides e a fungos do solo, sendo exemplos os híbridos *P. setacea* x *P. edulis*, *P. coccinea* x *P. setacea*. Além da utilidade na produção dos híbridos, algumas espécies silvestres têm potencial para consumo in natura, considerando suas propriedades como alimento funcional. Dentro dessa linha, o programa de melhoria realizado na Embrapa Cerrados tem trabalhado com seleção de populações de *P. setacea* e de *P. nitida* objetivando o aumento do tamanho do fruto para o mercado de frutas frescas e para a produção de matéria-prima utilizada em doces e sorvetes.

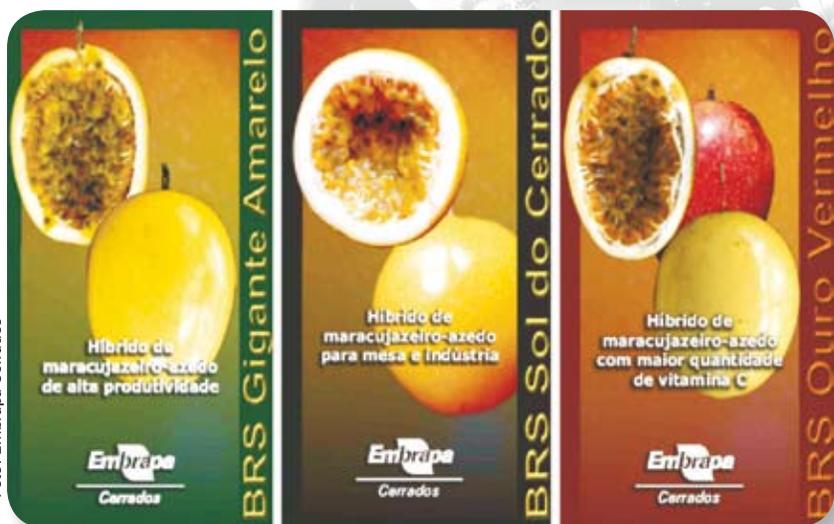


**Fig. 4.** Plantas RC do cruzamento inicial entre *P. edulis* e *P. setacea* ilustrando a recuperação do genoma recorrente.



**Fig. 5.** Capa dos folders técnicos dos híbridos de maracujazeiro-ornamental lançados em 2007.

Foto: Embrapa Cerrados



**Fig. 6.** Capa dos folhentos técnicos dos híbridos de maracujazeiro-azedo lançados em 2008.

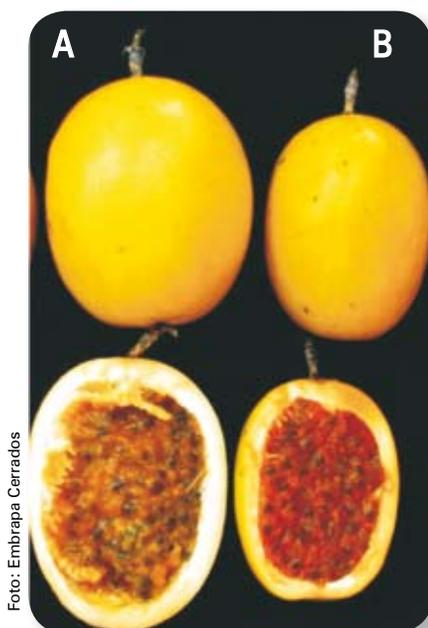


Foto: Embrapa Cerrados

**Fig. 7.** Frutos do genitor recorrente, *Passiflora edulis* (a) e de planta RC<sub>2</sub> (a), obtida do cruzamento base entre *P. caerulea* e *Passiflora edulis*.

## Considerações Finais

É inquestionável que as atividades do pré-melhoramento são de grande importância para subsidiar a utilização prática dos recursos genéticos e ampliar a base genética dos programas de melhoramento. Contudo, a utilidade prática e eficiente das espécies silvestres é, principalmente, fornecer genes ou caracteres com insuficiente variabilidade genética em materiais já melhorados ou em germoplasma-élite.

Para maximizar o sucesso dos programas de pré-melhoramento, é essencial a integração de suas atividades com as atividades e demandas dos programas de melhoramento e pós-melhoramento. Nesse sentido, é importante o conhecimento amplo da variabilidade genética intra-específica disponível para o melhoramento e das demandas de mercado, considerando novas opções de produtos e novas alternativas para diversificação de produção em áreas marginais.

Dentro desse contexto, 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.

## Referências

ALVES, A. A. C.; MENDES, R. A.; FREGENE, M.; BELLOTTI, A. Experiências em pré-melhoramento de mandioca: utilização do potencial de espécies silvestres de mandioca como fonte de resistência a estresses bióticos e abióticos. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143-146. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 399-407, 1999.

BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, R. P. V.; FERREIRA, M. E. QTL mapping and introgression of yield-related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 104, p.1192-1203, 2002.

DUVICK, D. N. Genetic enhancement and plant breeding. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p. 90-96.

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

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. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006b. p. 138-142. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 187-209.

FÁVERO, A. P.; SUASSUNA, T. M. F.; GODOY, I. J.; OLIVEIRA, E. J.; SUASSUNA, N.; PEÑALOZA, A. P. S.; TORRES, A. C.; VALLS, J. F. M. Uso de espécie silvestre no pré-melhoramento do amendoim no Brasil. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 108-111. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

FAZUOLI, L. C. Experiências em pré-melhoramento de café. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 74-87. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

FAZUOLI, L. C.; MALUF, M. P.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; SILVAROLLA, M. B. Breeding and biotechnology of coffee. In: SERA, T.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A.; ROUSSOS, S. (Ed.). **Coffee biotechnology and quality**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2000. p. 27-45.

FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. Emprego de espécies silvestres no melhoramento genético vegetal: experiência em outras espécies com análise de retrocruzamento avançado de QTLs (AB-QTL). In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 111-140.

FREGENE, M.; ALVES, A.; OKOGBENIN, E.; OKAI, E.; KAWUKI, R. Project N° G3005.09: Development of low-cost technologies for pyramiding useful genes from wild relatives of cassava into elite progenitors. Subprogramme 3: Trait capture for crop improvement. In: GENERATION CHALLENGE PROGRAMME. **2007 Generation Challenge Programme Project briefs**. México, 2008. p. 12-13. Disponível em: <[http://www.generationcp.org/UserFiles/File/2007\\_Project\\_briefs.pdf](http://www.generationcp.org/UserFiles/File/2007_Project_briefs.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2008.

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. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006a. p. 133-137. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

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**, Cruz das Almas, v. 30, n. 1, p. 191-196, 2008.

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**, Cruz das Almas, v. 28, n. 1, p. 97-100, 2006b.

LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006b. 184 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

LOPES, J. F.; FERREIRA, M. A. J. F.; CARVALHO, S. I. C.; SILVA, J. B. C.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S. Experiências em pré-melhoramento de hortaliças no Brasil. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos

Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006a. p. 116-120. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

LOPES, M. A.; NASS, L. L.; MELO, I. S. Bioprospecção. In: BORÉM, A.; GIUDICE, M. del. (Ed.). **Biotecnologia e meio ambiente**. Viçosa: Suprema, 2007. p. 77-106.

MILACH, S.; BRENNER, D.; RAUPP, C.; LOCATELLI, A.; KOBIRAKI, M. Experiências em pré-melhoramento de milho. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 62-65. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

NASS, L. L.; NISHIKAWA, M. A. N.; FÁVERO, A. P.; LOPES, M. A. Pré-melhoramento de germoplasma vegetal. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 683-716.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 581-587, 2000.

PATERNIANI, E. Experiências em pré-melhoramento de milho. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 66-71. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, C.; FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. N.; BRONDANI, R. P. V. Utilização de espécie silvestre *Oryza glumaepatula* no pré-melhoramento do arroz. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 94-98. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. N.; BRONDANI, R. P. V.; ZIMMERMANN, F. J. P. Development of rice lines with gene introgression from the wild *Oryza glumaepatula* by the AB-QTL methodology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, p. 10-21, 2005.

SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R. Pré-melhoramento genético de fruteiras nativas: caso da umbucajazeira na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 126-128. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

SOARES FILHO, W. S.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; CASTELLEN, M. S.; SOUZA, F. V. D.; SEREJO, J. A. S. Gêneros afins a *Citrus*: potencial de exploração no melhoramento genético dos citros. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 129-132. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

SWINGLE, W. T. The botany of *Citrus* and its wild relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, cap. 3, p. 190-430.

TANKSLEY, S. D.; NELSON, J. C. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 92, p. 191-203, 1996.

TEIXEIRA, F. F.; PURCINO, A. A. C.; ANDRADE, C. L. T.; CASELA, C. R. Milho e sorgo. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 176-181. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

WISSER, R. J.; BALINT-KURTI, P. J.; NELSON, R. J. The genetic architecture of disease resistance in maize: a synthesis of published results. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, p. 120-129, 2006.