



## **Capítulo 12**

### Pré-melhoramento de hortaliças

Maria Aldete Justiniano da Fonseca Ferreira  
Manoel Abílio de Queiroz

## Introdução

Os recursos genéticos conservados em bancos de germoplasma, fontes de variabilidade genética e de genes para os programas de melhoramento e biotecnológicos, normalmente são pouco usados, por uma série de limitações. Entre tais limitações, estão a falta de documentação, de descrição detalhada, e de caracterização e avaliação dos acessos, o que acarreta em ausência de informações relevantes para os interessados.

Numa vertente, estão os programas de recursos genéticos cujas metas são enriquecer, conservar, caracterizar e documentar os bancos de germoplasma. Noutra, estão os programas de melhoramento genético e biotecnológico, que visam, respectivamente, desenvolver novas cultivares superiores às existentes no mercado e identificar novos genes e suas funções. Para promover o uso dos acessos armazenados nos bancos de germoplasma, é necessário dispor de um programa diferenciado entre essas duas vertentes.

Nesse contexto, se enquadram os programas de pré-melhoramento, os quais têm como objetivo principal disponibilizar genes úteis, oriundos de germoplasma exótico, populações não melhoradas e ou cultivares obsoletas, para os programas de melhoramento genético e biotecnológico, caracterizando-se como um elo entre os recursos genéticos e esses programas.

Certamente, com a execução de programas de pré-melhoramento, novos valores são agregados aos recursos genéticos, visto que possibilita:

- Identificar genes e características de interesse.
- Sintetizar populações-base e linhagens recombinantes.
- Estudar o comportamento *per se* e em cruzamentos dos acessos de germoplasma.
- Estudar a herança de caracteres.
- Definir novos padrões heteróticos.
- Auxiliar no estabelecimento de coleções nucleares, entre outras finalidades.

Este capítulo aborda alguns aspectos relacionados aos recursos genéticos de algumas hortaliças e suas relações com programas de pré-melhoramento.

## Recursos genéticos de hortaliças

Recursos genéticos vegetais significam a variabilidade genética presente em espécies de plantas, integrantes da biodiversidade, que apresentem interesse socioeconômico e ou ambiental, atual ou futuro, para uso em benefício da sociedade.

Fazem parte desses recursos: espécies de parentes silvestres das plantas cultivadas, raças locais, linhagens, variedades obsoletas, populações experimentais, além de linhagens com características genéticas especiais, dentre outras (VALOIS, 2005; HOYT, 1992).

Existem duas formas de se conservar os recursos genéticos vegetais: ex situ e/ou in situ. A conservação ex situ consiste em manter a variabilidade de uma determinada espécie fora do local de origem, ao passo que na conservação in situ, a variabilidade é mantida no local de ocorrência natural da espécie.

Aqui, será descrito, de forma resumida, o acervo dos recursos genéticos de hortaliças que fazem parte do sistema de conservação ex situ, pois sua finalidade é demonstrar o uso dos recursos genéticos mantidos em bancos de germoplasma, disponíveis para a pesquisa. As principais modalidades de conservação ex situ, são:

- Coleção de base.
- Coleção ativa.
- Coleção de trabalho.
- Coleção a campo.
- Coleção in vitro.
- Coleção em criopreservação.
- Coleção nuclear.
- Bancos de DNA.

No Brasil, existem cerca de 250 bancos ativos de germoplasma, com cerca de 250 mil acessos conservados. No caso das hortaliças, existe, na Embrapa, cerca de 15 bancos ativos de germoplasma, entre eles os de alho, de batata, de berinjela, de *Capsicum*, de cebola, de cenoura e de cucurbitáceas. Já a Coleção de Base ou Coleção de Base de Germoplasma Semente (Colbase), está localizada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, DF.

Nessa coleção, o germoplasma é conservado em longo prazo em câmaras frias, com temperaturas subzero (-20 °C), conforme padrões internacionais de qualidade estabelecidos pelo Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1994), com pequenas adaptações (FAIAD et al., 1998).

A documentação do acervo genético é feita por meio do Sistema Brasileiro de Recursos Genéticos (Sibrargen), destinado à disponibilização das informações dos recursos genéticos conservados ex situ. Em relação aos recursos genéticos de hortaliças, na Colbase, são mantidos 6.759 acessos de germoplasma de 25 gêneros de 40 produtos olerícolas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Acervo de recursos genéticos de hortaliças conservados em longo prazo, no Brasil.

Gênero/Espécie	Nome popular	Número de acessos
<i>Abelmoschus</i>	Quiabo	195
<i>Allium</i>	Cebola	312
<i>Apium graveolens</i>	Aipo	26
<i>Asparagus officinalis</i>	Aspargo	1
<i>Beta vulgaris</i>	Beterraba	5
<i>Brassica</i>	-	61
<i>Capsicum</i>	Pimenta, pimentão	168
<i>Cicer arietinum</i>	Grão-de-bico	1
<i>Cichorium</i>	Chicória	1
<i>Citrullus</i>	Melancia	44
<i>Cucumis</i>	-	116
<i>Cucurbita</i>	-	1.287
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Vinagreira	15
<i>Ipomoea</i>	-	127
<i>Lactuca sativa</i>	Alface	1
<i>Lagenaria</i>	Cabaça	28
<i>Lens culinaris</i>	Lentilha	1
<i>Luffa cylindrica</i>	Bucha	6
<i>Lycopersicon</i>	Tomate	1.234
<i>Physalis</i>	Camapu	2
<i>Pisum</i>	Ervilha	1.539
<i>Raphanus sativus</i>	Rabanete	1
<i>Solanum</i>	-	511
<i>Vicia faba</i>	Fava	160
<i>Phaseolus lunatus</i>	Fava	917
Total		6.759

Os gêneros *Pisum* (23%), *Cucurbita* (19%) e *Lycopersicon* (18%) apresentam o maior número de acessos conservados. Por sua vez, os gêneros *Asparagus*, *Beta*, *Cicer*, *Cichorium*, *Lens*, *Luffa*, *Physalis* e *Raphanus* são os que apresentam o menor número de acessos (menos de 10). Dos 25 gêneros mantidos na Colbase, 11 estão representados por apenas uma espécie.

Em termos de número de espécies conservadas, o gênero *Lycopersicon* é o que apresenta maior número, seguido pelos gêneros *Cucurbita*, *Brassica*, *Pisum*, *Capsicum* e *Solanum* (Tabela 2).



**Tabela 2.** Algumas espécies de hortaliças conservadas em longo prazo, no Brasil.

Gênero e espécie	Nome popular	Número de acessos
<b>Brassica</b>		<b>61</b>
<i>Brassica hirta</i> Moench.	Mostarda-branca	3
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napobrassica</i> (L.) Rchb.	Nabo-redondo	10
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> L.	Couve-Flor	25
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.	Repolho	13
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i> Zenker	Couve-de-bruxelas	2
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck	Brócolis	7
<i>Brassica</i> sp.	-	1
<b>Capsicum</b>		<b>168</b>
<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão	12
<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimenta	45
<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta	35
<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	56
<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	20
<b>Cucumis</b>		<b>116</b>
<i>Cucumis anguria</i> L.	Maxixe	1
<i>Cucumis melo</i> L.	Melão	113
<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	1
<i>Cucumis</i> sp.	-	1
<b>Cucurbita</b>		<b>1.287</b>
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Abóbora-macarrão	2
<i>Cucurbita maxima</i> Duchense	Moranga	487
<i>Cucurbita moschata</i> (Duch.) Duch. ex Poiret	Abóbora	765
<i>Cucurbita moschata</i> x <i>C.maxima</i>	Cucúrbita	5
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Abobrinha-italiana	9
<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>melopepo</i> (L.) Harz	Abobrinha-italiana	4
<i>Cucurbita</i> sp.	-	15
<b>Lycopersicon</b>		<b>1.234</b>
<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal	Tomate	1
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Tomate	1.082
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) A. Gray	Tomate	53
<i>Lycopersicon esculentum</i> x <i>L. pimpinellifolium</i>	Tomate	3
<i>Lycopersicon hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> Hum. & Bompl.	Tomate	4

continua...

Tabela 2. Continuação.

Gênero e espécie	Nome popular	Número de acessos
<i>Lycopersicon hirsutum</i> Humb. & Bonpl.	Tomate	5
<i>Lycopersicon parviflorum</i> C. M. Rick et al.	Tomate	1
<i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Mill.	Tomate	38
<i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Mill. var. <i>dentatum</i> (Dunal) Dunal	Tomate	2
<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Mill.	Tomate	12
<i>Lycopersicon</i> sp.	-	33
<b>Pisum</b>		<b>1.539</b>
<i>Pisum sativum</i> L.	Ervilha	507
<i>Pisum sativum</i> L. s. l. subsp. <i>sativum</i> convar. <i>Medullare</i> Alef	Ervilha	188
<i>Pisum sativum</i> L. ssp. <i>Sativum</i>	Ervilha	394
<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>sativum</i> convar. <i>Axiphium</i>	Ervilha	83
<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>sativum</i> convar. <i>Sativum</i>	Ervilha	97
<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>sativum</i> convar. <i>Speciosum</i>	Ervilha	81
Outras subespécies	-	189
<b>Solanum</b>		<b>511</b>
<i>Solanum commersonii</i> ssp. <i>commersonii</i>	Batata-silvestre	48
<i>Solanum commersonii</i> ssp. <i>malmeanum</i>	Batata-silvestre	4
<i>Solanum melongena</i> L.	Berinjela	268
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Naranjilla	1
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Batata-inglesa	12
<i>Solanum</i> sp.	-	178

Ao comparar o número de acessos, o número de gêneros e produtos hortícolas conservados na Colbase, com as coleções de hortaliças conservadas em outros países (FAO, 1998) e nos bancos ativos de germoplasma (BAGs) de outras instituições brasileiras, verifica-se que essa coleção é pouco representativa diante da ampla variabilidade de hortaliças consumidas no Brasil e no mundo. Inclusive, algumas espécies olerícolas de importância alimentar, como a cenoura (*Daucus carota*), não estão mantidas em condições de conservação em longo prazo.

Isso demonstra a necessidade de enriquecimento da Colbase, seja por meio de introduções de acessos de espécies exóticas, seja por meio de coletas de germoplasma de espécies nativas ou naturalizadas no Brasil. Sabe-se que nas coleções ativas de outras Unidades da Embrapa, bem como em outras instituições brasileiras, é mantido maior número de acessos de germoplasma de olerícolas do que os que constam na Colbase.

Um exemplo é a Coleção Ativa de Melancia que, só no Banco de Cucurbitáceas do Nordeste Brasileiro, conta com mais de 600 acessos, dos quais cerca de 300 já foram multiplicados e

caracterizados morfológicamente de forma preliminar, contando com apenas 44 acessos na Coleção de Base. Essa situação torna-se mais crítica porque no País existem alguns bancos de germoplasma de melancia (QUEIRÓZ, 2004).

Uma análise detalhada para cada espécie identificará muitas lacunas que precisam ser consideradas na estratégia de conservação de longo prazo. Por questões de segurança e de estratégia, é de fundamental importância que esse germoplasma seja mantido em duplicata na Coleção de Base, garantindo sua conservação em longo prazo.

As principais atividades do sistema de conservação ex situ, são:

- Introdução.
- Intercâmbio.
- Coleta.
- Caracterização.
- Avaliação.
- Documentação.
- A própria conservação.

Essas atividades têm como finalidade manter a variabilidade genética e disponibilizá-la para uso em programas de pré-melhoramento, de melhoramento e de biotecnologia. No entanto, o simples fato dos acessos serem conservados em coleções ou em bancos de germoplasma não significa que estes estejam sendo usados. Aliás, é sabido que os recursos genéticos conservados em bancos de germoplasma são pouco utilizados (DUVICK, 1984; NASS et al., 1993).

O uso limitado dos acessos disponíveis, nos bancos de germoplasma, é devido a uma série de fatores como:

- Falta de documentação e de descrição adequada das coleções de germoplasma.
- Pouca disponibilidade de sementes.
- Satisfação dos melhoristas com a variabilidade genética presente nos materiais-elites.
- Dificuldade de identificar genes potencialmente úteis.
- Ausência de programas de pré-melhoramento (MARSHALL, 1989; PEETERS; WILIAMS, 1984).

Por sua vez, o desenvolvimento de programas de melhoramento, com base em poucos materiais, tem como consequência o estreitamento da base genética das cultivares, tornando-as mais vulneráveis geneticamente. Um exemplo de vulnerabilidade genética ocorreu com a cultura da batata, levada da América para a Europa, no século 16, onde se tornou uma cultura com grande expressão, especialmente na Irlanda.

Em 1845, o fungo *Phytophthora infestans* causou grande epidemia, destruindo praticamente todas as lavouras, o que ocasionou a morte e a migração de milhões de pessoas. Naquela época, a base genética da batata era muito estreita, o que levou os melhoristas a introduzirem vários



materiais americanos nas coleções europeias, para evitar os efeitos catastróficos da uniformidade genética (ROBINSON, 1996).

Portanto, o desenvolvimento de programas de pré-melhoramento – que tenham como finalidade identificar genes úteis nos recursos genéticos conservados em bancos de germoplasma – pode contribuir consideravelmente para o emprego destes em programas de melhoramento, ampliar a base genética das cultivares e reduzir os riscos de vulnerabilidade genética.

## Pré-melhoramento de hortaliças

Num programa de pré-melhoramento, a primeira etapa é identificar genes e/ou características de interesse em germoplasma exótico ou em populações que não foram submetidas a processo de melhoramento (parentes silvestres e raças locais). Assim, é fundamental que o acervo genético disponível seja avaliado segundo as características de importância, como resistência a estresses bióticos e abióticos, e valor nutricional.

Nessa etapa, pode ser empregada a simples caracterização dos acessos de germoplasma, com a inoculação de uma amostra representativa com um determinado fungo ou a avaliação para teores de carotenoides. No entanto, técnicas mais sofisticadas de mapeamento genético (e físico) também podem ser usadas, para identificar genes de interesse.

A segunda etapa está relacionada à síntese de novas populações-base para serem submetidas a processos de seleção, ou seja, incorporar os genes e/ou características de interesse em materiais-élites agronomicamente adaptados. Para tanto, várias metodologias têm sido empregadas, incluindo-se as convencionais de melhoramento e técnicas baseadas no DNA recombinante.

No entanto, a metodologia mais adequada depende de uma série de fatores como:

- Número de genes que controlam a característica da herdabilidade do caráter.
- Ambiente de avaliação.
- Facilidade de realizar cruzamentos.
- Técnicas ou protocolos disponíveis, caso o uso da biotecnologia seja necessário.

Entre as metodologias convencionais, pode-se citar o método do retrocruzamento eficiente, quando um ou poucos genes controlam a característica de interesse e a seleção recorrente intra ou interpopulacional, quando se deseja ampliar a base genética. Contudo, se o acesso de germoplasma já é adaptado, caso de variedades crioulas com boas características agrônômicas, uma simples seleção massal pode também ser eficaz.

A seleção assistida por marcadores moleculares também se destaca por possibilitar uma identificação mais rápida dos genes ou características de interesse no germoplasma, contribuindo para acelerar o processo de síntese de populações-base para serem usados nos programas de melhoramento. A seguir, serão descritos exemplos de programas de pré-melhoramento de algumas hortaliças:



## Pimentão e pimenta (*Capsicum*)

O Brasil é um centro de diversidade do gênero *Capsicum*, onde estão presentes 4 espécies domesticadas (*C. annuum* var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense* e *C. frutescens*), 3 espécies semidomesticadas (*C. annuum* var. *glabriusculum*, *C. baccatum* var. *praetermissum* e *C. baccatum* var. *baccatum*), além de 8 espécies silvestres.

Aproveitando essa ampla diversidade genética existente no País, em 1980, a Embrapa Hortaliças iniciou um programa de recursos genéticos e melhoramento de *Capsicum*, com os seguintes objetivos:

- Resgatar as espécies silvestres em risco de extinção.
- Enriquecer a coleção com coleta e intercâmbio de germoplasma.
- Caracterizar (morfológica, citológica e molecularmente) os acessos de germoplasma da coleção.
- Avaliar os acessos para resistência às principais doenças.
- Incorporar a resistência a doenças em populações do programa de melhoramento.
- Avaliar a estabilidade da resistência em diferentes sistemas de cultivo.

Devido à ampla variabilidade genética presente nas espécies domesticadas, os programas de melhoramento têm usado essas espécies, em vez das espécies semidomesticadas e silvestres. No entanto, vem-se promovendo iniciativa e está sendo conduzido um programa de pré-melhoramento de espécies autóctones, o qual inclui o gênero *Capsicum*.

O principal objetivo desse projeto é identificar fontes de resistência à murcha-de-phytophthora, à mancha-bacteriana, ao tospovirus, ao potyvirus em espécies silvestres e semidomesticadas, e promover a introgressão desses genes em espécies domesticadas. Além da resistência a doenças, os programas de pré-melhoramento e melhoramento também contemplam as seguintes características:

- Produtividade.
- Arquitetura da planta.
- Precocidade.
- Resistência a doenças.
- Cor.
- Pungência.
- Sabor.
- Aroma.
- Formato e tamanho do fruto.
- Espessura da polpa.
- Perda de peso pós-colheita.

No entanto, a transferência de genes úteis, por meio de hibridação interespecífica, pode ser limitada por barreiras pré e pós-fertilização. Híbridos envolvendo *C. pubescens* não têm sido férteis, o que indica que essa espécie é geneticamente isolada das demais. Por sua vez, têm sido obtidos híbridos com diferentes graus de fertilidade, em várias combinações entre as espécies *C. annuum*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. frutescens* (FILHO, 2002 citado por PEREIRA; RODRIGUES, 2005).

Segundo Campos et al. (2004 citado por PEREIRA; RODRIGUES, 2005), ao avaliarem 30 acessos de germoplasma de 5 espécies cultivadas, verificaram que as combinações *C. annuum* x *C. frutescens*, *C. annuum* x *C. baccatum*, *C. baccatum* x *C. chinense* e *C. baccatum* x *C. frutescens* foram as mais viáveis, pois geraram tanto frutos quanto sementes viáveis.

## Melancia (*Citrullus*)

No gênero *Citrullus*, nativo da África (PURSEGLOVE, 1974), estão incluídas quatro espécies diploides:

- *Citrullus lanatus*.
- *Citrullus colocynthis*.
- *Citrullus ecirrhosus*.
- *Citrullus rehmanii* (MOHR, 1986).

**Nota:** a melancia cultivada [*C. lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] é distribuída em todo o mundo, sendo considerada cosmopolita.

No Brasil, essa cultura foi introduzida em duas épocas e situações distintas: a primeira aconteceu durante o Brasil colônia, com o tráfico de escravos (1551–1857), quando foram trazidas muitas sementes de melancia, as quais foram plantadas nas hortas das senzalas e, posteriormente, dispersas nos cultivos dos pequenos agricultores, notadamente no Nordeste, onde são mantidas até hoje na agricultura tradicional (ROMÃO, 1995). A outra introdução ocorreu na década de 1950, quando foi introduzido no Estado de São Paulo, germoplasma de melancia (de base genética mais estreita) trazido dos Estados Unidos e do Japão, resultante de programas de melhoramento daqueles países (COSTA; PINTO, 1977). É importante destacar que essas introduções foram constituídas de variedades melhoradas, que embora de base genética estreita – principalmente pela grande suscetibilidade a doenças – foram dispersas pelo País, tendo se constituído em importante componente do agronegócio brasileiro de melancia, chegando a cerca de R\$ 500 milhões anuais (AGRIANUAL, 2007).

A variabilidade genética introduzida no Nordeste, proveniente de diferentes regiões da África, permitiu que populações de melancia, completamente isoladas no continente africano, tivessem oportunidade de se inter cruzar (ROMÃO, 1995). Essa variabilidade tem sido ampliada devido à ocorrência de fatores evolutivos aliados à seleção artificial praticada pelos

agricultores tradicionais e às hibridações que ocorrem entre populações cultivadas e em populações subspontâneas, resultantes da germinação de sementes dormentes.

Além disso, o sistema de cultivo praticado na agricultura tradicional no Nordeste, livre de insu- mos, propicia uma interessante pressão de seleção. Assim, esse germoplasma constitui impor- tante fonte para programas de pré-melhoramento, especialmente pela possibilidade de exis- tir germoplasma mais adaptado e com resistência genética às pragas que ocorrem no Brasil. Por isso, no contexto das cucurbitáceas, essa variabilidade é considerada muito importante, tendo-se resgatado grande número de amostras de sementes e frutos da agricultura tradicio- nal do Nordeste em diversos estados, com maior representatividade no Maranhão e na Bahia.

Com essa base de informação, foi construído o Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitá- ceas para o Nordeste brasileiro, localizado na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, o qual já conta com cerca de 1.600 acessos de diferentes espécies:

- *Citrullus* spp.
- *Cucurbita* spp.
- *Cucumis* spp.
- *Lagenaria siceraria*.

Para melancia, o banco conta com 600 acessos, incluindo-se acessos das espécies *C. lanatus* e a *C. lanatus* var. *citroides*, tanto introduzida como coletada na agricultura tradicional do Nor- deste, além de *C. colocynthis* introduzida, que encerra expressiva variabilidade genética (QUEI- RÓZ, 1993, 1998).

De fato, já foram identificadas fontes de resistência ao oídio, à micosferela, à potyvirose, à queima-da-folha por alternária, assim como variabilidade para prolificidade, precocidade, ex- pressão sexual e para formato, tamanho, cor (externa e interna), e teor de sólidos solúveis dos frutos (BORGES 1997; DIAS et al. 1996; FERREIRA 1996; FERREIRA et al., 2002; LIMA NETO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2002; QUEIRÓZ et al. 1999, 2002; ROMÃO 1995).

Assim, programas de pré-melhoramento, com diferentes objetivos, têm sido conduzidos, inclu- sive visando a introgressão de genes de resistência a doenças e a qualidade de frutos. Ferreira (1996), ao avaliar acessos de germoplasma e híbridos (entre estes), e cultivares comerciais, in- dicou alguns materiais potenciais para programas de pré-melhoramento, como o acesso B13, para precocidade, e P14 e B9, para maior número de frutos por planta e menor peso de frutos.

Além destes, populações-base oriundas dos cruzamentos entre P14 e *Crimson Sweet*; B9 e *Cri- mson Sweet*; B9 e *New H. Midget*; *Crimson Sweet* e B13; *New H. Midget* e P14; *New H. Midget* e B13, podem originar linhagens transgressivas que combinem diferentes características de interesse como:

- Maior produtividade.
- Precocidade.
- Alto teor de sólidos solúveis.
- Polpa vermelha.



Prosseguindo, Ferreira (2000) estudou a população-base oriunda do cruzamento entre P14 e *Crimson Sweet* (população PCS), com os seguintes objetivos:

- Estimar a taxa de fecundação cruzada natural e o coeficiente de endocruzamento.
- Averiguar a variabilidade genética existente nessa população, pela análise de progênies de polinização livre (PL) e progênies autofecundadas (AF).
- Estimar a depressão endogâmica.
- Indicar progênies com potencial genético para serem exploradas em programas de melhoramento.
- Investigar a adequação de modelos genéticos empregados na estimação dos componentes da variância genética.
- Estimar o progresso genético.

Da população PCS, foram obtidas 64 progênies PL e as correspondentes progênies AF, as quais foram avaliadas em campo, de acordo com o delineamento em faixas, com 3 repetições e 5 plantas por parcela. As progênies foram avaliadas em relação aos caracteres:

- Estande final.
- Produção de frutos por planta.
- Peso de frutos.
- Número de frutos por planta.
- Cor e teor de sólidos solúveis da polpa.
- Diâmetro longitudinal.
- Diâmetro transversal.
- Formato do fruto.
- Espessura da polpa.
- Número de sementes.
- Peso de 100 sementes por fruto.

As estimativas da taxa de fecundação cruzada ( $t_s$  e  $t_m$ ) e do coeficiente de endocruzamento ( $F$ ) foram obtidas pela análise de 9 locos marcadores RAPD em 12 progênies PL, cada uma constituída por 23 indivíduos. De acordo com esses parâmetros populacionais ( $\hat{t}_m = 0,765 \pm 0,056$  e  $\hat{F} = 0,091 \pm 0,079$ ), verificou-se que a população PCS pratica sistema misto de reprodução, sendo mais próxima da alogamia. Tal fato viabiliza o uso de seleção recorrente com recombinações naturais.

As estimativas dos homólogos dos coeficientes de herdabilidade ao nível de médias das progênies PL, bem como das correlações genéticas entre estas últimas – e as progênies AF – indicaram que a seleção poderá ser efetuada apenas com base nas médias fenotípicas das progênies PL. Isso facilitará a condução de um programa de seleção recorrente com essa população.



Em termos médios, a depressão endogâmica observada não foi tão drástica como em populações de espécies tipicamente alógamas. Entretanto, os efeitos depressivos variaram entre as progênies, indicando a possibilidade de se selecionar progênies agronomicamente boas e com pouca depressão.

Em relação aos caracteres produção de frutos por planta, número de frutos e peso de frutos, a maioria das progênies foi superior às testemunhas, mas inferior em relação aos caracteres cor da polpa e teor de sólidos solúveis. Mesmo assim, foi possível identificar algumas progênies que agregaram, simultaneamente, caracteres desejáveis como cor vermelha da polpa, teor de sólidos solúveis superior a 8 °Brix e produção por planta acima de 17 kg. Verificou-se que essa população apresenta alto potencial para melhoramento, inclusive para obtenção de linhagens.

Outro trabalho de avaliação, que já vem sendo feito há alguns anos, é o estudo de fontes de resistência a viroses em melancia. A partir dos acessos mais promissores quanto a fontes de resistência às principais viroses (91-080 e 87-019 para o vírus PRSV-W; 87-019, 91-043 e PI 244019 para WMV e 87-029 para ZYMV), foram obtidas progênies endogâmicas e algumas populações segregantes (SILVEIRA et al., 2005).

Essas progênies foram avaliadas morfológicamente em experimentos de campo, usando-se descritores de frutos (cor externa e interna, conteúdo de sólidos solúveis e formato de fruto), bem como em casa de vegetação, para a reação aos principais vírus existentes no banco de vírus do Laboratório de Virologia da Universidade Federal do Ceará, usando-se o Elisa indireto (ALMEIDA, 2001). Para tanto, os acessos com uma testemunha suscetível foram semeados em vasos com substrato esterilizado. Quando as plantas estavam com as primeiras folhas definitivas, foram inoculadas com isolados dos principais vírus que atacam as cucurbitáceas.

As plantas que não apresentaram sintomas foram re-inoculadas e, posteriormente, uma amostra de tecido vegetal de cada planta foi examinada por meio do teste Elisa indireto. Todas as plantas que se apresentaram negativas foram levadas a campo, para produzir sementes e continuar mais um ciclo de autofecundação com a finalidade de se obter plantas homozigotas para reação aos principais vírus.

Vale salientar que o procedimento de se levar as plantas negativas para o campo também teve a finalidade de permitir que essas plantas fossem visitadas por afídeos diversos e infectadas por possíveis linhagens de vírus existentes em condições de campo e assim confirmarem ou não os resultados obtidos em casa de vegetação.

Foram encontradas plantas resistentes aos vírus PRSV-W (*Papaya ringspot virus – type watermelon*), ZYMV (*Zucchini yellow mosaic virus*) e WMV (*Watermelon mosaic virus*), nos experimentos de casa de vegetação, sendo que algumas dessas plantas, quando cultivadas em campo, não mantiveram a resistência.

Contudo, uma amostra representativa de cada acesso apresentou plantas que não foram infectadas, seja porque eram resistentes aos possíveis vírus transmitidos pelos afídeos, seja devido a escape, apesar da presença de plantas positivas de forma bastante abrangente em toda a extensão do campo. Quando se estudou a herança da resistência, verificou-se que os

vírus PRSV-W e WMV são controlados por mais de um gene maior com modificadores, ou seja, trata-se de resistência horizontal, embora os genes maiores tenham mostrado dominância completa aos dois vírus.

Estudos específicos, com a inoculação das raças de vírus existentes no local, poderão ser conduzidos para que se confirme a existência de fontes de resistência homozigotas a serem usadas em programas de melhoramento de melancia, visando obter linhas resistentes aos principais *potyvirus*, os quais ocorrem na região do Submédio São Francisco.

## Tomate (*Lycopersicon*)

O tomate pode ser considerado a planta que mais benefícios herdou dos seus parentes silvestres. Conforme Young e Tanksley (1989), a maioria dos genes de resistência a doenças foi introduzida no tomate por meio de cruzamentos entre *Lycopersicon esculentum* e espécies silvestres.

A espécie *L. peruvianum* é a que apresenta maior variabilidade genética e serve de fonte para genes de resistência a doenças, pragas e nematoides, além de alto teor de vitamina C. Nela, já foi identificada resistência a *Septoria lycopersici*, *Cladosporium fulvum*, *Meloidogyne* spp., *Pyrenochaeta terrestris*, vírus-do-mosaico-do-fumo (TMV), geminivirus, vírus-do-mosaico-do-pepino (CMV), broto-crespo (CTV), mosaico (*potyvirus*), vira-cabeça (TSWV) e traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (LOURENÇÃO et al., 1984). Outras fontes de germoplasma do gênero *Lycopersicon* podem ser conferidas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Parentes silvestres e características de interesse para o pré-melhoramento do tomate.

Fonte de germoplasma	Caracteres de interesse
<i>Lycopersicon peruvianum</i>	Resistência a várias doenças e pragas; rica fonte de vitamina C
<i>Lycopersicon pennellii</i>	Resistência à seca; aumenta teores de vitaminas A e C, e de açúcares
<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i>	Resistência a doenças, menor acidez, cor intensa, maior conteúdo de vitaminas e de sólidos solúveis
<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>	Resistência a altas temperatura e umidade, a fungos que atacam as folhas e as raízes
<i>Lycopersicon chmielewskii</i>	Intensidade da cor do fruto e alto teor de açúcar
<i>Lycopersicon chilense</i>	Resistência à seca
<i>Lycopersicon chesmanii</i>	Tolerante a salinidade e a pedúnculos sem articulações
<i>Lycopersicon hirsutum</i>	Resistências a insetos, ácaros, vírus e outras doenças; tolerância ao frio
<i>Lycopersicon parviflorum</i>	Intensidade na cor dos frutos e altos teores de sólidos solúveis



A Embrapa Hortaliças dispõe de um banco ativo de germoplasma composto por 1.200 acessos, a maioria já caracterizada para resistência a nematoides, viroses (tospovírus, geminivirus e ToMV), bacteriose (pinta-bacteriana, mancha-bacteriana, murcha-bacteriana), e doenças fúngicas (fusário, estenfilio, verticílio, alternária e fitóftora). Tais acessos têm sido usados nos programas de melhoramento que já resultaram numa série de cultivares resistentes.

Conforme Silva et al. (2005), todos os acessos da coleção de *Lycopersicon*, da Universidade Federal de Viçosa, estão sendo caracterizados e avaliados. Já foram caracterizados e avaliados 400 acessos que apresentaram grande variabilidade genética para produção, produtividade e caracteres qualitativos. No Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), também há uma coleção com 100 acessos de germoplasma.

## Considerações finais

Apesar de serem a matéria-prima dos programas de melhoramento, por uma série de fatores relatados anteriormente, os recursos genéticos ainda são pouco usados nesses programas. Além disso, no caso das hortaliças, foi visto que, na maioria dos casos, os bancos de conservação de germoplasma, principalmente os de longo prazo, precisam ser enriquecidos tanto por meio da coleta quanto pela introdução de novos acessos.

No entanto, para proporcionar o uso do germoplasma conservado nos bancos, é preciso que esses bancos sejam devidamente caracterizados e avaliados para características de interesse e que tais informações sejam devidamente documentadas e disponibilizadas. Assim, programas de pré-melhoramento, que visem a identificação de genes e/ou características de interesse para os programas de melhoramento genético e biotecnológicos, poderão contribuir para incentivar o uso do germoplasma conservado.

Quando se afirma que os programas de pré-melhoramento também visam atender a programas biotecnológicos, deve-se ao fato de que populações segregantes para características de interesse podem ser empregadas para diversas finalidades como mapeamento genético e físico dessas características, tentando identificar marcadores moleculares a elas associados.

Lopes et al. (2005) abordam uma mudança de paradigma nos processos de acesso, caracterização, conservação e uso dos recursos genéticos relacionada aos avanços da biotecnologia. Eles afirmam que os avanços recentes da genômica abrem possibilidades para estudos detalhados de funções biológicas importantes, para os quais são essenciais organismos devidamente caracterizados.

Dentro dessa concepção, a formação de bancos de caracteres torna-se de relevante importância. Esses bancos de caracteres seriam formados e organizados por padrões contrastantes, sejam na forma de populações, linhagens ou outros genótipos de interesse, essenciais para se obter progênies recombinantes  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ , retrocruzamentos na direção dos dois genitores e conjuntos de linhas recombinantes. Assim, a formação de coleções de recombinantes contribuirá para os estudos de caracteres complexos, por meio dos recursos biotecnológicos disponíveis (LOPES et al., 2005).

## Referências

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2007. p. 395-399.
- ALMEIDA, A. M. R. Detecção e quantificação de vírus pelo teste Elisa. In: ALMEIDA, A. M. R.; LIMA, J. A. A. (Ed.). **Princípios e técnicas de diagnose aplicados em fitovirologia**. Londrina: Embrapa Soja; Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2001. p. 63-94.
- BORGES, R. M. E. **Estudo da herança da resistência ao oídio *Sphaerotheca fuliginea* (Schelecht. ex fr.) Poll em melancia *Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.** 1997. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 1997.
- COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. P. **Melhoramento de hortaliças**. 2. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1977. 319 p.
- DIAS, R. de C. S.; QUEIRÓZ, M. A. de; MENEZES, M. Fontes de resistência em melancia a *Didymella bryoniae*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p.15-18, 1996.
- DUVICK, D. N. Genetic diversity in major farm crops on the farm and in reserve. **Economic Botany**, New York, v. 38, p.161-178, 1984.
- FAIAD, M. G. R.; SALOMÃO, A. N.; FERREIRA, F. R.; GONDIM, M. T. P.; WETZEL, M. M. V. S.; MENDES, R. A.; GOES, M.; MIRANDA, A. R. de. **Manual de Procedimentos para conservação de germoplasma semente a longo prazo na Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 21 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 30).
- FAO. Food and Agriculture Organization. **The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture**. Rome, IT: FAO, 1998. 510 p.
- FERREIRA, M. A. J. da F. **Análise dialélica em melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.** 1996. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticaba, São Paulo, 1996.
- FERREIRA, M. A. J. da F. **Sistema reprodutivo e potencial para o melhoramento genético de uma população de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai.** 2000. 148 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.
- FERREIRA, M. A. J. da F.; QUEIRÓZ, M. A.; VENCOSKY, R.; BRAZ, L. T.; VIEIRA, M. L. C.; BORGES, R. M. E. Sexual expression and mating system of watermelon: implications in breeding programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, n. 1, p. 39-48, 2002.
- HOYT, E. **Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas**. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, 1992. 52 p.
- IPGRI. International Plant Genetic Resources Institute. **Genebanks standards**. Rome, IT: IPGRI, 1994. 13 p.
- LIMA NETO, I. S.; QUEIRÓZ, M. A.; PEIXOTO, A. R.; BORGES, I. V.; SILVEIRA, L. M.; SILVA, M. L. Reação de acessos de melancia à queima de *Alternaria*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Horticultura, 2006.
- LOPES, M. A.; NASS, L. L.; MELO, I. S. de. Bioprospecção. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Uberlândia, n. 34, p. 29-35, 2005.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; ZULLO, M.A.T. Fontes de resistência a *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 43, p. 569-577, 1984.
- MARSHALL, D. R. Limitations to the use of germplasm collections. In: BROWN, A. D. H.; MARSHALL, D. R.; WILLIAMS, J. T. **The use of plant genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p. 105-120.



- MOHR, H. C. Watermelon breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.) **Breeding vegetables crops**. Westport: Avi Publishing, 1986, p. 37-66.
- NASS, L. L.; PELLICANO, I. J.; VALOIS, A. C. C. Utilization of genetic resources for maize and soybean breeding in Brazil. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 16, p. 983-988, 1993.
- OLIVEIRA, V. B.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, A. A. Fontes de resistência aos principais potyvirus isolados de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 589-592, 2002.
- PEETERS, J. P.; WILLIAMS, J. T. Towards better use of genebanks with special reference to information. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Roma, IT, v. 60, p. 20-32, 1984.
- PEREIRA, T. N. S.; RODRUGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M. da C. **Recursos Genéticos de hortaliças Riquezas Naturais**. São Luís: Instituto Inteamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. 190 p.
- PURSEGLOVE, J. W. **Tropical Crops**: dicotyledons. London, GB: Longman, 1974, 719 p.
- QUEIRÓZ, M. A. Cucurbitáceas no semi-árido do Nordeste brasileiro: resgate, conservação e uso. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 15., 1998. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq/USP, 1998. p. 1-12.
- QUEIRÓZ, M. A. de. Potencial do germoplasma de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 7-9, 1993.
- QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C. S.; SOUZA, F. da F.; FERREIRA, M. A. J. da F.; ASSIS, J. G. de A.; BORGES, R. M. E.; ROMÃO, R. L.; RAMOS, S. R. R.; COSTA, M. S. V.; MOURA, M. de C. L. Recursos genéticos e melhoramento de melancia no Nordeste brasileiro. In: QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 1999. Disponível em: <<http://www.cpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 20 ago. 1999.
- QUEIRÓZ, M. A. Germplasm of cucurbitaceae in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 4, p. 377-383, 2004.
- QUEIRÓZ, M. A.; SILVEIRA, L. M.; TAVARES, S. C. de H.; COSTA, N. D. Identificação de fonte de resistência à queima das folhas por *Alternaria*. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 16., 2002, São Luís. **Anais...** São Luís: SBG-MA, 2002. p.114.
- ROBINSON, R. A. **Return to resistance**: breeding crops to reduce pesticide dependence. Davis/California: AgAccess, 1996. 480 p.
- ROMÃO, R. L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai em três regiões do Nordeste brasileiro**. 1995. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.
- SILVA, D. J. H. da; MATTEDI, A. P.; MARIM, B. G.; MOREIRA, G. R.; ABREU, F. B.; YUHAZ, A. C. P.; RIBEIRO, N. B. Recursos genéticos de tomateiro. In: LIMA, M. da C. **Recursos Genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Inteamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. 190 p.
- SILVEIRA, L. M.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, J. A. A.; NEGREIROS, M. Z. de; RAMOS, N. F.; NASCIMENTO, A. K. Q. do. Seleção de acessos e Progenies de *Citrullus* spp. para resistência a três potyvirus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 394-399, 2005.
- VALOIS, A. C. C. **Acesso aos recursos genéticos e repartição de benefícios**: uma visão atual e de futuro. In: LIMA, M. da C. Recursos genéticos de hortaliças riquezas naturais. São Luís: Instituto Inteamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. 190 p.
- YOUNG, N. D.; TANKSLEY, S. D. RFLP analysis of the size of chromosomal segments retained around the Tm-2 locus of tomato during backcross breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, DE, v. 7, p. 53-59, 1989.