



Milho cultivado no Brasil e banco de germoplasma – uma forma de classificação da variabilidade genética

Flávia França Teixeira¹

O milho é provavelmente a espécie que conta com maior variabilidade genética entre as plantas cultivadas; já foram identificadas milhares de variedades. Essa cultura também possui ampla adaptação ambiental, pois existem variedades de milho adaptadas a diversas condições climáticas, altitudes e latitudes. O milho ainda possui grande diversidade para caracteres quantitativos e qualitativos, incluindo a composição química dos grãos, a reação a doenças, a capacidade produtiva, a arquitetura de planta e o ciclo, entre outros (Paterniani et al., 2000).

O processo de domesticação do milho iniciou-se na América Central e foi difundido por povos pré-colombianos. Relíquias arqueológicas indicam que o milho já era conhecido na costa do Peru por volta de 900 a.C. e que, possivelmente, a cultura atingiu a costa do Pacífico, atravessando a América do Sul de Leste a Oeste e transpondo

a Cordilheira do Andes. A dispersão do milho pelas Américas está associada a um grande número de modificações adaptativas, o que faz com que o milho seja uma cultura com grande variabilidade genética (Brieger et al., 1958). Com o desenvolvimento de técnicas que permitem a recuperação de grãos de amido em artefatos arqueológicos e a estimativa da idade desses resíduos, surgiu a hipótese, postulada por Zarillo et al. (2008), de que a existência do milho na América do Sul data de cerca de 5.000 anos atrás e que, assim que domesticado, o milho se espalhou rapidamente do Oeste do México ao Noroeste da América do Sul.

Uma das formas de manter a variabilidade genética do milho é a produção de cultivares antigas, em áreas isoladas de outras lavouras de milho, por produtores rurais que cultivam milho crioulo (Teixeira et al., 2006a; Canci et al., 2004). Porém,

¹ Eng^o. agr^o, Dra em Genética e melhoramento de plantas. Embrapa Milho e Sorgo. Cx. Postal 151. 35701-970 Sete Lagoas, MG. flavia@cnpmis.embrapa.br

esta manutenção, denominada on farm, tem se tornado cada vez mais restrita, dado o interesse do agricultor em cultivares com maiores potenciais de produtividade. Assim, a variabilidade genética do milho pode ser adequadamente mantida em coleções denominadas bancos de germoplasma.

O trabalho pioneiro de manutenção do germoplasma de milho no Brasil foi realizado pela Esalq (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) em 1952, quando se efetuou estudo das raças existentes no Brasil e coletas de variedades crioulas e indígenas. Essas coletas englobaram mais de 3000 amostras, que foram armazenadas no banco de germoplasma do Departamento de Genética da Esalq, cultivadas e avaliadas quanto a algumas de suas características morfológicas e agronômicas. A partir do final da década de 70, o Banco de Germoplasma de Milho vem sendo mantido pela Embrapa (Paterniani et al., 2000). A coleção é classificada em coleção base e coleção ativa, que são mantidas pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e pela Embrapa Milho e Sorgo, respectivamente. No caso do Banco de Germoplasma de Milho, as coleções base e ativa mantêm os mesmos acessos, salvo casos de introduções recentes.

A manutenção ex situ de coleções de germoplasma envolve o desenvolvimento de uma série de atividades, entre elas: o monitoramento das condições de manutenção das amostras; a introdução de novos acessos; o intercâmbio; a multiplicação/regeneração das sementes, sempre que necessário; o conhecimento da variabilidade mantida na coleção por meio de caracterização ou de avaliações agronômicas; e a adequada documentação das informações referentes ao germoplasma (Teixeira et al., 2005). Algumas informações referentes ao germoplasma poderão ser acessadas no site da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia por meio do programa Sibrargen disponível no endereço <http://www.cenargen.embrapa.br/recgen/sibrargen/bagesp-port.html>.

Atualmente, são mantidos na coleção de germoplasma de milho quase 4.000 acessos que são, em sua maioria (82,1%), variedades crioulas obtidas por coletas ou por doações. Os acessos também são agrupados em compostos raciais formados por coleta nacional (3,9%), acessos melhorados (6,0%), acessos introduzidos (7,8%) e parentes silvestres, no caso *Teosinte* e *Tripsacum*, com menos de 0,2% do total da coleção.

A variabilidade da coleção de germoplasma pode ser classificada de diversas formas, entre elas a classificação em raças. Essa forma de classificação fornece valiosas informações sobre a origem dos materiais cultivados e também ilustra a variabilidade da cultura.

O desenvolvimento de raças é um passo da evolução biológica e corresponde a mudanças nas frequências alélicas ao longo de gerações. A obtenção de uma raça é o produto da ação conjunta de seleção, mutação, deriva genética, migração e hibridação (Paterniani e Goodmann, 1977). O conceito de raça, segundo Brieger et al. (1958), é relativo a um grupo de populações que têm um número suficiente de caracteres em comum que as distinguem de outras raças e que se mantêm por meio da reprodução panmítica e ocupa áreas definidas. É oportuno lembrar o conceito de espécie que, segundo Futuyma (1992), é referente a grupos de populações intercruzantes que são isolados reprodutivamente de outros grupos. Há também o conceito de grupo racial que, segundo Brieger et al. (1958), é formado por várias raças que compartilham entre si caracteres decisivos, como características do grão no caso do milho.

Uma outra forma de classificar a variabilidade mantida no banco de germoplasma é a obtenção de coleções núcleo que poderá, ou não, estar associada à classificação em raças. Com base no Banco Ativo de Germoplasma de Milho, foi desenvolvida uma coleção núcleo com 300 entradas baseada na origem e no tipo de grãos dos acessos. Desta forma, a coleção núcleo de milho tem como forma de classificação primária a

origem dos acessos e, com isso, os seguintes grupos principais: coleta; introduções; e melhorados. Dentro destes grupos há ainda subgrupos, como agrupamentos por tipo de grãos e por região de coleta dentro do grupo coleta (Abadie et al., 2000).

O objetivo desse trabalho é revisar as raças de milho encontradas no Brasil, descrever algumas de suas características morfológicas, suas origens, as relações entre raças e a influência das raças e das introduções no milho cultivado no Brasil.

A primeira descrição do milho data de 1528 e inúmeras referências à espécie foram efetuadas posteriormente. Na literatura, são encontrados poucos trabalhos que classificam o milho em raças. As literaturas consideradas referência quanto à descrição de raças de milho do Brasil são “Races of maize in Brazil and adjacent areas”, de autoria de E. Paterniani e M. M. Goodman, e “Races of maize in Brazil and other eastern South American countries”, de autoria de F. G. Brieger, J. T. A. Gurgel, E. Paterniani, A. Blumenschein e M. R. Alleoni.

Considerando a origem, a morfologia e a dispersão geográfica, as raças de milho foram classificadas por Paterniani e Goodman (1977) em quatro grandes grupos: raças indígenas; raças comerciais antigas; raças comerciais recentes; e raças exóticas. Dentro de algumas raças também foram descritas subraças, que não serão apresentadas na presente revisão. A seguir, são apresentadas algumas considerações destes grupos e das raças que os compõem, características dos grãos, origens e relacionamento com outras raças. Mais informações poderão ser obtidas em Paterniani e Goodman (1977).

Raças indígenas

As raças indígenas são milhos que aparentemente foram cultivados somente pelos índios. Desta forma, provavelmente essas raças foram mantidas no mesmo estágio do período pré-colombiano, uma vez que essas raças não foram alteradas por influência dos povos que chegaram ao Brasil após o descobrimento.

Deve ser ressaltado que algumas raças indígenas eram cultivadas exclusivamente no Brasil e que outras também foram cultivadas em outros países. Os índios Guaranis cultivaram as raças Avatí e Cristal no Paraguai, em parte da Bolívia e no Sudeste do Brasil. A etnia Caingang ocupou áreas que abrangiam desde o estado de São Paulo até o Uruguai e nessa ampla faixa territorial cultivou milhos. Já outras etnias ocuparam somente áreas do território brasileiro, como é o caso dos Tupis, que cultivavam milhos denominados Cateto ou Catete, variedades descritas pela primeira vez em 1819 e que foram possivelmente as primeiras variedades de milho cultivadas extensivamente no Brasil pelo homem branco.

A etnia Xavante possivelmente ocupou apenas áreas do Brasil Central e, nessa região, cultivava a raça de milho denominada Entrelaçado, que possui uma disposição típica dos grãos na espiga e colorações do pericarpo e da aleurona características. Foram elaborados, recentemente, catálogos com as raças de milho encontradas no Paraguai (Salhuana e Machado, 1999) e na Bolívia (Avila et al., 1998), em que podem ser avaliadas algumas das semelhanças entre raças encontradas no Brasil.

As raças de milho classificadas como indígenas são: Pipoca Guarani; Morotí; Caingang; Lenha; e Entrelaçado. Na Tabela 1, são apresentadas algumas características dos grãos, assim como informações sobre origem e relacionamento dessas raças com outras.

Tabela 1. Raças de milho indígenas e algumas de suas características. Fonte: Paterniani e Goodman (1977)

Raça	Características dos grãos	Origem e relacionamento com outras raças
Pipoca Guarani	Grãos do tipo pipoca arredondados ou pontudos com cor, geralmente branca, sendo encontrados entretanto materiais com coloração vermelha	Algumas indicações são encontradas relacionando essa raça com as raças Pororo da Bolívia, Pira e Pira Laranja da Colômbia, Pertillas do Peru e Avatí Pichingá Ihú e Curanga do Chile
Morotí	Grãos farináceos com endosperma de coloração branca e aleurona variando de amarelo limão a amarelo escuro. Pericarpo sem coloração ou com coloração variegado	Raça relacionada a Pepitilla do México
Caingang	Endosperma farináceo e branco. São encontradas aleuronas coloridas e pericarpo variegado	Formas similares de espiga e de grãos são encontradas em raças da Colômbia e da América Central
Lenha	Grãos pequenos, farináceos e brancos sem coloração de aleurona e pericarpo	Raça similar é encontrada no Uruguai
Entrelaçado	Grãos farináceos com endosperma branco, aleurona com coloração diversa e pericarpo frequentemente vermelho ou variegado	Alguns autores sugerem que essa raça seja derivada de raças peruanas; entretanto, essa hipótese é considerada improvável por Paterniani e Goodman (1977), embora seja considerada a hipótese de ter ocorrido introgressão entre outras raças e a raça Entrelaçado

Raças comerciais antigas

As raças comerciais antigas são raças que existiam no período pré-colombiano e que foram adotadas por agricultores imigrantes. Essas raças também são de origem indígena; entretanto, sofreram mudanças em consequência de seu cultivo em maior escala. Essas raças não representam as populações existentes nos períodos pré-colombianos.

As raças classificadas como comerciais antigas são: Cristal Sulino; Cristal; Canário de Ocho; Cateto Sulino Precoce; Cateto Sulino; Cateto Sulino Grosso; Cateto; e Cateto Nortista. Na Tabela 2, são apresentadas características típicas dos grãos dessas raças, assim como informações sobre origem e relacionamento de raças com outras raças.

Raças comerciais recentes

As raças comerciais recentes só foram cultivadas no Brasil após o período pré-colombiano. Essas raças foram introduzidas de outras regiões ou foram obtidas pela hibridação natural de raças introduzidas com as raças descritas anteriormente. Essas raças são relativamente recentes, sendo as mais antigas cultivadas há cerca de 100 anos, segundo Paterniani e Goodman (1977).

As raças classificadas como comerciais recentes são: Dente Riograndense; Dente Paulista; Dente Branco; Semi-Dentado; e Cravo. Na Tabela 3, são apresentadas características típicas dos grãos dessas raças, assim como informações sobre origem e relacionamento dessas raças com outras.

Tabela 2. Raças de milho comerciais antigas e algumas de suas características. Fonte: Paterniani e Goodman (1977)

Raça	Características dos grãos	Origem e relacionamento com outras raças
Cristal Sulino	Grãos duros e brancos	Esse material se originou provavelmente da raça Calchaqui como resultado da seleção por agricultores. A raça Calchaqui ocorre em vales de 2000m de altitude no Noroeste da Argentina. Outra possível origem para a raça são cruzamentos entre as raças Guarani e Morocho, que tem origem Inca. A hibridização com a raça Cateto Sulino também pode ter ocorrido
Cristal	Grãos duros, brancos e de tamanho médio a grande	Essa raça provavelmente foi cultivada no período pré-colombiano por índios Guaranis do Paraguai e em áreas adjacentes e deve ter sido obtida pelo homem branco a partir dos milhos cultivados por esses índios. É possível que a raça tenha se originado por hibridação natural entre Calchaqui Branco Duro e Morotí. Essa raça é similar às raças Calchaqui Branco Duro do Noroeste da Argentina, Pérola da Bolívia e Avati Tupi do Paraguai
Canário de Ocho	Grãos duros, alaranjados e de comprimento e profundidade similares	Essa raça pode ser considerada o resultado da hibridação entre as raças Morotí e Cateto. Entretanto, não é possível decidir qual é a hipótese mais provável entre essa e outras três sugeridas: 1 – Canário de Ocho pode ser uma relíquia de uma única raça de ampla dispersão devido à sua similaridade com as raças Cristalino Norteño do Chile ou ter sido obtidas pela hibridação dessa raça com outras mais produtivas; 2 – Canário de Ocho pode ter sido o resultado de seleção em Cateto Sulino; 3 – Canário de Ocho pode ter sido obtida pelo resultado da introgressão de milhos duros do Estados Unidos em Catetos da América do Sul
Cateto Sulino Precoce	Grãos duros, alaranjados e pequenos	Provavelmente a raça tenha sido derivada por seleção da raça Cateto Sulino, com a qual compartilha muitas similaridades
Cateto Sulino	Grãos duros com coloração laranja intensa	Cateto Sulino é provavelmente um milho duro antigo cultivado pelos índios que viviam na área da costa do Atlântico do Brasil e Argentina. É possível que todos os representantes do Cateto Sulino sejam derivados dessa área ao Sul

Tabela 2 cont. Raças de milho comerciais antigas e algumas de suas características. Fonte: Paterniani e Goodman (1977)

Raça	Características dos grãos	Origem e relacionamento com outras raças
Cateto Sulino Grosso	Grãos duros, alaranjados e pequenos	As raças Cateto Sulino Grosso e Lenha compartilham caracteres devido ao grande número de fileiras de grãos na espiga, entre outros caracteres morfo-fisiológicos, além de ocorrerem em regiões vizinhas. Por essas razões, é possível que as raças sejam aparentadas
Cateto	Grãos duros, alaranjados com grãos relativamente pequenos	A raça Cateto é uma das mais dispersas na América do Sul e deve ter influenciado muitas outras raças, uma vez que sua dispersão vai da Argentina à América Central. Da mesma forma, o estabelecimento de conclusões definitivas quanto à sua origem também é uma tarefa difícil. Algumas das raças relacionadas à Cateto são: raça Costeño e Pira Naranja da Colômbia; raça Cuba Yellow Flint da Venezuela; e complexo racial Morocho da Bolívia. As variedades de milho mais comumente cultivadas no Sul dos Estados Unidos antes da introdução do milho híbridos eram Catetos
Cateto Nortista	Grãos duros, amarelos ou alaranjados. Frequentemente são encontrados grãos tipo semidentados ou com pericarpo avermelhado	A raça cateto Nortista Precoce tem caracteres similares à raça Cuban Corn Criollo. Também é incerto que essa raça seja uma representante da Coastal Tropical Flints.

Tabela 3. Raças de milho comerciais recentes e algumas de suas características. Fonte: Paterniani e Goodman (1977)

Raça	Características dos grãos	Origem e relacionamento com outras raças
Dente Riograndense	Grãos dentados, amarelos, longos e profundos	Essa raça é originária de muitas introduções de milhos dentados dos Estados Unidos. Muitas amostras da raça Dente Riograndense são quase idênticas às raças Gourdseed and Shoepeg. São mencionadas introduções de algumas variedades de milhos americanos que teriam contribuído na raça Dente Riograndense: Golden Dent, Hasting's Prolific e Golden Mine
Dente Paulista	Grãos variando do dentado ao semi-dentado e amarelos	A raça Dente Paulista é indubitavelmente originária do cruzamento natural de milhos dentados dos Estados Unidos com milhos locais Cateto. As introduções de milho dentados dos Estados Unidos provavelmente ocorreram em duas ocasiões: entre 1860 a 1865 devido à Guerra Civil Americana, quando muitos norteamericanos migraram para o Brasil; e entre 1910 e 1915, quando o então secretário de Agricultura de Minas Gerais, Benjamin Hunnicutt, organizou os chamados shows de milho e introduziu variedades norteamericanas
Dente Branco	Grãos dentados e brancos	A raça Dente Branco é originária de introduções de milhos dos Estados Unidos. Essa raça não mostra evidências de introgressão em milho Cateto como no caso das raça Dente Paulista. É provável que alguns milhos introduzidos dos Estados Unidos tenham se mantido localmente com pouca introgressão com milhos nativos
Semi-dentado	Grão semi-dentados e amarelo-alaranjados	O Semi-dentado é claramente uma raça moderna de milho. A maioria das amostras são provavelmente gerações avançadas de híbridos comerciais semi-dentados
Cravo	Grãos dentados, amarelos e muito longos e finos	A raça cravo é muito peculiar devido aos seus grãos e ao grande número de fileiras de grãos por espiga. A raça provavelmente foi introduzida dos Estados Unidos, embora não seja conhecido o tipo que a originou; entretanto, ela é muito semelhante aos milhos denominados Gourdseed e Shoepeg

Raças exóticas

As raças exóticas foram introduzidas no Brasil a partir de outros países mais recentemente em relação às raças comerciais recentes.

As raças classificadas como exóticas são: Hickory King; e Tusón. Entretanto, já em 1977 Paterniani e Goodman mencionam que outras fontes de germoplasma exótico estavam se tornando populares e citam as variedades Asteca e Maia, desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, e Piramex, desenvolvida pela Esalq a partir de variedades de Tuxpeño. A cultivar Pérola Piracicaba, também desenvolvida pela Esalq e resultante da combinação de Cateto e de milhos duros da Colômbia, e a cultivar Centralmex, desenvolvida a partir da combinação de Piramex com milhos originários da América Central, são outras representantes de milhos introduzidos.

A introdução de cultivares exóticas permitiu aumentos substanciais na produção de milho no Brasil e possibilitou grandes avanços na área de melhoramento dessa cultura. A base genética do milho no Brasil é quase que exclusivamente

derivada de germoplasma exótico por introduções de populações, variedades e linhagens, principalmente dos EUA e do México.

Na Tabela 4, são apresentadas as características típicas dos grãos das raças Hickory King e Tusón, assim como informações sobre origem e relacionamento dessas raças com outras.

Influência das raças de milho e das introduções no milho cultivado no Brasil

A partir do sucesso de trabalhos pioneiros no melhoramento de milho no Brasil, novas ações foram tomadas visando aumentos na produtividade de milho no país. O desenvolvimento e a expansão do milho híbrido permitiram o aumento expressivo da produtividade da cultura. A tecnologia do milho híbrido já estava disponível nos EUA desde a década de 1920 e, juntamente com a melhoria no manejo da cultura, proporcionou incrementos expressivos em produtividade.

Tabela 4. Raças de milho exóticas e algumas de suas características. Fonte: Paterniani e Goodman (1977)

Raça	Características dos grãos	Origem e relacionamento com outras raças
Hickory King	Grãos dentados e brancos	A raça Hickory King é uma das variedades antigas derivadas da raça Tabloncillo do México
Tusón	Grãos dentados e amarelos. Frequentemente é encontrado pericarpo vermelho	Baseada na similaridade e na distribuição do Tusón e na distribuição pré-colombiana da raça Caribbean Arawak, considera-se que Tusón tenha sido introduzido na América do Sul a partir das Índias Ocidentais. Isso embora outros autores considerem a possibilidade de que o México seja o centro de origem do milho dentado do Caribe. É possível que a raça Tusón tenha sido originária de cruzamentos entre a raça Coastal Tropical Flint e algum milho dentado desconhecido. É possível também que a raça Tusón tenha alguma proporção do germoplasma da raça Tuxpeño

A evolução das cultivares de milho no Brasil a partir da década de 1930 até o final do século XX foram revistas por Sawazaki e Paterniani (2004), tendo como base os ensaios regionais e nacionais de cultivares. Segundo os autores, na década de 1930 as cultivares comerciais eram variedades de origem desconhecida, sendo muitas delas provenientes de introduções ou de seleções de tipos praticadas por agricultores com produtividades médias variando de 2,5 a 3ton de grãos por hectare.

Já no final da década de 1940 e início dos anos 50, o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) e a Sementes Agroceres iniciaram a obtenção dos primeiros híbridos de milho no Brasil obtidos pelo cruzamento de linhagens extraídas da variedade Cateto e Tuxpan. Esses primeiros híbridos já superaram a média de produtividade das variedades. Na década de 1950, o IAC produziu híbridos duplos semidentados provenientes de cruzamentos entre linhagens obtidas das variedades Amarelão, Tuxpan e Cateto que atingiram produtividades altas, superando amplamente algumas das variedades tradicionais.

Concomitantemente, o IAC testava a variedade Azteca, composta por dezenas de amostras de variedades introduzidas do México. Essa variedade equiparou-se à produtividade de alguns dos híbridos elites da ocasião. O aprimoramento dos métodos de seleção, associado à introdução de germoplasma elite das Américas Central e do Norte, permitiu ganhos constantes na produtividade do milho cultivado no Brasil.

Nas décadas de 1970 e 80, o programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo baseou-se em germoplasma introduzido de diversas partes de mundo, principalmente do México, e em germoplasma obtido em coletas em diferentes regiões brasileiras. Desta forma foi estabelecido o programa de desenvolvimento de novas cultivares de milho que considera diferentes ecossistemas brasileiros e adaptação a estresses ambientais, como por exemplo, à

acidez do solo. O programa proporcionou o lançamento de lançamento de 25 variedades e três híbridos intervarietais entre 1977 e 1987. Entre elas, se destaca a variedade BR106 devido a sua grande participação no mercado de sementes. Em 1987, a Embrapa Milho e Sorgo colocou no mercado sementes do híbrido duplo BR201, o primeiro híbrido recomendado para todo o Brasil. O mesmo possuía tolerância a acidez do solo e alta produtividade, sendo considerado um marco no mercado de sementes de híbridos no país por introduzir a esse setor um novo patamar de competição. Atualmente, apenas o programa da Embrapa Milho e Sorgo já disponibilizou mais de 70 cultivares de milho, entre variedades e híbridos duplos, triplos e simples (www.cnpms.embrapa.br).

As cultivares de milho modernas, desenvolvidas em programas de melhoramento convencionais ou por cruzamentos e seleção de agricultores, não constituem representantes de qualquer raça de milho. Essas cultivares, mesmo que em alguma proporção tenham sido desenvolvidas a partir de cruzamentos com materiais genéticos típicos de alguma raça, já passaram por tantas etapas de hibridações e seleções para eliminar características indesejáveis e aumentar a frequência daquelas desejáveis que não apresentam tipificação racial.

Para atender à demanda por sementes de milho, atualmente no Brasil estão disponíveis para comercialização 237 cultivares de milho, com híbridos simples e triplos constituindo cerca de 65,3% dessa oferta (Cruz e Pereira Filho, 2006), indicando tendência na agricultura brasileira de se utilizar cultivares com maior potencial genético de produtividade. O desenvolvimento de cultivares de milho é um setor muito ativo no país, inclusive com presença marcante das principais empresas transnacionais. Devido às exigências, o mercado de sementes de milho no Brasil se tornou mais competitivo e, por essa razão, milhares de bons híbridos são descartados anualmente porque não são suficientemente competitivos.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na safra 04/05 foram produzidas cerca de 187 mil toneladas de sementes híbridas e 19 mil toneladas de variedades. Essas quantidades, se totalmente utilizadas, são suficientes para o plantio de aproximadamente 8,4 milhões de ha com híbridos e 0,97 milhão de ha com variedades. Comparando com as variedades, o milho híbrido ocupa área muito maior, apresenta maior potencial de produtividade e é plantado em regiões, ambientes e sistemas de produção mais favoráveis, ocupando áreas com melhores níveis de fertilidade do solo e distribuição pluviométrica mais adequada. Para o plantio de cultivares híbridos ocorre, ainda, maior utilização de insumos, ocupação de áreas de topografia mais plana, adoção de plantio direto e maior versatilidade de épocas de cultivo. Essa conjunção de fatores permite a afirmação de que a safra comercial de milho no Brasil é muito dependente da utilização de sementes híbridas em lavouras altamente tecnificadas e situadas em ambientes favoráveis para a cultura.

Entretanto, deve ser considerado que a adoção de sementes melhoradas no Brasil foi gradual. No final da década de 80, apenas 65% da área plantada com milho era cultivada com sementes melhoradas e, deste percentual, 89% era cultivada com híbridos e 11% com variedades de polinização aberta (Avellar e Silva, 2000). No período de 1997 a 2005, a área colhida com milho sofreu poucas variações, mantendo-se em torno de 12 milhões de ha por ano (www.ibge.gov.br). Entretanto, segundo a ABRASEM (Associação Brasileira dos Produtores de Sementes e Mudas - www.abrasem.com.br), no mesmo período a produção nacional de sementes de milho passou de 166 para 243 mil toneladas por ano, representando um aumento de 68,31%, o que indica o aumento na adoção de sementes melhoradas por parte do agricultor brasileiro.

Atualmente, o uso de variedades não melhoradas é muito baixo e de difícil quantificação, pois muitas vezes o agricultor não compra sementes anualmente, mas cultiva variedades de

polinização aberta que já possuem algum grau de melhoramento. Algumas dessas variedades podem estar em estágios intermediários entre as variedades melhoradas e as crioulas.

Essa situação faz com que a evolução do cultivo do milho no país, incluindo a adoção do milho híbrido, proporcione a obtenção de inúmeras variedades pelo cruzamento controlado ou natural de variedades de milho locais com variedades obtidas em programas de melhoramento ou introduzidas. Entretanto, não houve uma nova classificação das diversas variedades em novas raças exóticas que porventura tenham surgido devido ao intercruzamento de variedades.

O milho cultivado é dinâmico sob o ponto de vista genético, o que é extremamente favorável para a sua preservação. Esse panorama favoreceu o agricultor, dado o avanço atingido em produtividade. Entretanto, tornam-se importantes as ações de preservação ex situ para que haja adequada manutenção das coleções de milho, permitindo a conservação da grande variabilidade alélica contida em materiais antigos, que podem ser úteis para introgressão em materiais modernos visando a superação de estresses que possam surgir e para os quais não exista variabilidade nas cultivares atuais.

Considerações finais

Primeiramente, é importante enfatizar que as cultivares comerciais de milho disponibilizadas no mercado e as usadas para fins de melhoramento não representam as variedades crioulas ou as raças de milho. Nesse contexto, o milho cultivado no Brasil foi beneficiado pelo intercâmbio realizado desde o período pré-colombiano até os dias atuais. A variabilidade existente na cultura, atualmente, permite que haja uma grande reserva genética a ser utilizada na pesquisa, o que é extremamente favorável, pois amplia a possibilidade de recurso a fontes de variabilidade genética no desenvolvimento de novas cultivares visando o enfrentamento de problemas agrícolas como pragas, doenças e mudanças climáticas.

A existência dessa grande variabilidade genética para a cultura do milho é extremamente favorável e contou com diversas contribuições, desde povos da América Central que domesticaram o milho até povos habitantes de países nos quais não são encontrados milhos nativos ou crioulos, passando, evidentemente, pela forte contribuição brasileira, tanto do agricultor quanto da pesquisa. Deve ser considerado que houve grande intercâmbio com países vizinhos, como no caso da etnia dos índios Guarani e Caingang, introduções de diversas variedades no país, especialmente a partir dos Estados Unidos e do México e intercâmbio entre agricultores brasileiros. Dessa forma, o estabelecimento de critérios para dimensionar os componentes exóticos e crioulos dos milhos cultivados no Brasil deve ser cuidadoso e voltado para a utilização da variabilidade genética em prol do desenvolvimento agrícola nacional e da segurança alimentar.

Finalmente, é importante lembrar que uma população está exposta a variações na frequência alélica a cada geração, o que é parte da sua evolução e pode ser favorável para a sua adaptação. Nesse contexto, a conservação *ex situ* é uma forma de preservar populações com minimização dos efeitos da migração, da seleção, da mutação e da deriva genética.

Literatura consultada

- ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M. T.; ANDRADE, R. V.; PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. R. A coleção nuclear de milho para o Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 37p.
- AVELLAR, G.; SILVA, A.F. Novas Trilhas no Sertão – história da pesquisa agropecuária em Sete Lagoas: das origens à Embrapa. Sete Lagoas, 183 p. 2000
- AVILA, G.; GUZMAN, L. CÉSPEDES, M. Catalogo de recursos geneticos de maices bolivianos – conservados en el banco de germoplasma del centro de investigaciones fitogeneticas de Pairumani. Fundación Simón Patino, Cochabamba, 1998. 208p.
- BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNIANI, E.; BLUMENSCHHEIN, A.; ALLEONI, M. R. Races of maize in Brazil and other eastern south american countries. Publication 593. National Academy of Sciences – National Research Council, Washington, D. C. 1958. 283 p.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A . Cultivares de Milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2005/06. 2006. (<http://www.cnpms.embrapa.br/cultivares/index.html>)
- FUTUYMA, D. J. Biología reproductiva. Trad. Mario de Vivo Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 646 p.
- PATERNIANI, E.; GOODMAN, M.M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, México. 1977. 95 p.
- PATERNIANI, E.; NASS, E.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil – uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. (Org.) Uma história brasileira do milho – o valor dos recursos genéticos. Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 11- 42
- SALHUANA, W.; MACHADO, V. Races of maize in Paraguay – considerations in organization and utilizacion of maize genetic resources. Publication 025 United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service and The Maize of the Paraguayan Ministry of Agriculture and Livestock, 1999. 143 p.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A.G. Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). Tecnologias de Produção de Milho. p. 55-83. Viçosa, UFV, 2004

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, B. O.; ANDRADE, R. V.; PADILHA, L. Boas Práticas na Manutenção de Germoplasma e Variedades Crioulas de Milho. Comunicado Técnico 113. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. 2005 (disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2005/comunicado/Com_113.pdf)

ZARILLO, S.; PEARSALL, D. M.; RAYMOND, J. S.; TISDALE, M. A.; QUON, D. J. Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador. PNAS, v. 105, p. 5006-5011. 2008. Disponível em: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0800894105>

Comunicado Técnico, 155

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Rod. MG 424 Km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027 1100

Fax: (31) 3027 1188

E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2008): 200 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Antônio Álvaro Corsetti Purcino

Secretário-Executivo: Paulo César Magalhães

Membros: Andrea Almeida Carneiro, Carlos Roberto Casela, Cláudia T. Guimarães, Clenio Araujo, Flávia França Teixeira, Jurandir Vieira Magalhães

Expediente

Revisão de texto: Clenio Araujo

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa