

MÉTODOS DE MELHORAMENTO DE TRIGO

Vanessa Aline Egewarth¹, Silvio Douglas Ferreira¹ e Claudio Yuji Tsutsumi¹

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: vanessaaline_egewarth@hotmail.com, agrosilvio@outlook.com e cytsutsu@uol.com.br.

RESUMO: O melhoramento de plantas nasceu com o início da agricultura, e como resultado, os melhoristas obtiveram um expressivo ganho genético na maioria das espécies, sendo que no caso do trigo, o ganho foi estimado em até 50%. Este ganho genético foi obtido através da seleção de espécies e variedades resistentes ou tolerantes a pragas, doenças e a estresses climáticos, a fim de obter maior produtividade. A obtenção de genótipos desejados requer três importantes etapas: 1) obrigatoriedade de presença de variabilidade genética; 2) eficiência na seleção dos genótipos mais promissores; 3) ajuste das melhores constituições ao ambiente (avaliação final). Para a obtenção de novos genótipos faz-se a seleção em populações segregantes, por meio da hibridação artificial entre duas ou mais linhagens endogâmicas. Esta seleção pode seguir metodologias diferentes como: método genealógico (pedrigree), método da população (também chamado de Método Bulk, ou ainda de massal), diaplóides (duplo-haplóide), SSD (Single Seed Descent ou Descendente de uma Única Semente) e seleção recorrente.

PALAVRAS-CHAVE: genótipos, seleção, Triticum aestivum.

WHEAT IMPROVEMENT METHODS

ABSTRACT: The plant breeding was born with the beginning of agriculture, and as a result, breeders have obtained a significant genetic gain in most species, and in the case of wheat, the gain was estimated at up to 50%. This genetic gain was obtained by selection of species and varieties resistant or tolerant to pests, diseases and climatic stresses in order to achieve greater productivity. Obtaining desired genotypes requires three important steps: 1) mandatory presence of genetic variability; 2) efficiency in the selection of the most promising genotypes; 3) For the best constitutions to the environment (final evaluation). To obtain new genotypes makes up the selection in segregating populations, through artificial hybridization between two or more inbred lines. This selection may follow different methodologies such as: genealogical method (pedrigree) method of population (also called Bulk method, or of mass), dihaploid (double haploid), SSD (single seed descent) and recurrent selection.

KEY WORDS: genotypes, selection, Triticum aestivum.

INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas nasceu com o início da agricultura. Assim, dos primórdios da agricultura até hoje, o melhoramento passou por muitas modificações no exercício da sua prática. Como resultado, os melhoristas obtiveram um expressivo ganho genético na maioria das espécies, sendo que no caso do trigo, o ganho foi estimado em até 50% (Bered et al., 2002).

Este ganho genético foi obtido através da seleção de espécies e variedades resistentes ou tolerantes a pragas, doenças e a estresses climáticos, a fim de obter maior produtividade. Seguindo este objetivo, Norman Ernest Borlaug na metade do século XX desenvolveu cultivares de trigos semianãos com alta capacidade produtiva no México, Paquistão e Índia. Como resultado, o México se tornou o maior exportador de trigo em 1963 e de 1965 a 1970; a produção desta espécie dobrou no Paquistão e na Índia, garantindo a segurança alimentar neste local. Este feito levou ao melhorista receber em 1970 o Prêmio Nobel da Paz (Borém e Miranda, 2013).

Apesar da cultura do trigo ter sido introduzida no Brasil logo após o descobrimento do país, somente em 1914 deu-se início ao processo de melhoramento quando o químico Jorge Polissú selecionou em Nova Tirol, PR, uma variedade diferente de semente provenientes da região de Guaporé no Rio Grande do Sul (Borém, 2005).

As primeiras estações experimentais foram a de Ponta Grossa, PR e a de Alfredo Chaves (hoje Veranópolis), RS, criadas em 1919 pelo Ministério da Agricultura. Para a estação de Alfredo Chaves foi contratado agrônomo tchecoslovênio Carlos Gayer que introduziu grande quantidade de germoplasmas de várias partes do mundo e realizou seleção de trigos colônias da região. Já o trigo selecionado por Polissú foi levado em 1922 para a estação experimental de Ponta Grossa a qual foi resselecionada e recebeu o nome de PG 1. O cruzamento destas duas variedades deu origem a variedade Fronteira, a qual ao ser cruzada com variedade Mentana deu origem a variedade Frontana, que é atualmente a variedade brasileira mais utilizada em cruzamentos no exterior desde o seu lançamento em 1942, por possuir dois genes para resistência de planta adulta à ferrugem-da-folha (Borém, 2005).

A estimativa do progresso genético no final de cada ciclo de seleção recorrente é importante para avaliar as estratégias de condução do programa e propor alterações. De acordo com Pires et al, (2005) a produtividade de grãos é um caráter cujo ganho é considerado normalmente pequeno a cada ciclo de seleção. Sendo este muito influenciado pelo ambiente, além de ser poligênico.

O número de espigas por plantas tem relação direta a emissão, desenvolvimento e número de perfilho (Davidson e Chevalier, 1990). Para definir o rendimento do trigo é caracterizada a etapa de crescimento da espiga no interior do colmo. A maior parte dos avanços obtidos no aumento do rendimento potencial de trigo mundialmente, através dos programas de melhoramento genético, foi alcançada graças a mudanças nesta etapa (Slafer et al., 2001). O potencial genético de rendimento é fortemente associado com aumentos no número de grãos, sendo seu peso reduzido (Slafer et al., 1994).

Na década de setenta as cultivares de trigo lançadas no Brasil tinham porte alto, que as tornavam suscetíveis ao acamamento, além de ter produtividade. A introdução de cultivares semi-anões é considerada uma das inovações no melhoramento de planta do século. É também conhecido que os genes que causam o fenótipo semi-anão (*Rht*) são codificadores negativos da giberelina (Sakamoto e Matsuoka, 2004).

Atualmente os programas de melhoramento visam obter cultivares com alta produtividade, adaptação a diferentes ambientes, com baixa severidade de doenças, tolerância ao alumínio e que atenda as diferentes demandas do mercado.

A tolerância ao alumínio tóxico vem sendo um dos objetivos dos programas de melhoramento brasileiros, pois o país apresenta frequentemente altos teores de alumínio livre atingindo níveis tóxicos para as plantas, e assim, limitando a produtividade das culturas. O efeito pode ser observado na limitação do desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente, interferência na absorção, no transporte e na utilização de nutrientes pelas plantas (SILVA et al. 1984). Segundo Carvalho et al. (2012) os genótipos ICAT 01338, ICAT 011, ICA 2, ICA 5, CD 106 e BRS 220 são recomendados como fonte de tolerância ao alumínio tóxico para utilização em programas de melhoramento genético de trigo.

Diversos trabalhos recomendam cultivares com relação a sua qualidade industrial, como por exemplo, a cultivar IAC 24, a qual apresenta boa qualidade de grãos é bastante eficiente na obtenção de novos genótipos de trigo com bom potencial produtivo de grãos associados à boa qualidade tecnológica da farinha e resistência à ferrugem da folha no estágio de planta adulta (Felício et al., 2010).

Outros autores buscam ainda, estudar cultivares de dupla aptidão, ou seja, que sejam favoráveis a produção de forragem e de grãos, mas para isso é necessário que estas cultivares tenham a alta capacidade de perfilhamento, rápido estabelecimento, crescimento ereto ou semiereto, favorecendo a produção de forragem, além de longo período vegetativo, fase reprodutiva curta e tolerância ao pastejo (Del Duca et al., 2000; Wendt et al., 2006).

Independente do manejo de corte para a produção de forragem, caracteres secundários como perfilhamento, número de espiguetas em cinco espigas e estatura de planta podem ser ignorados no processo de seleção de genótipos de trigo para a produção de grãos. No entanto o corte diminuiu todos os componentes de rendimento, bem como a produção de grãos (Martin et al., 2010; Martin, et al., 2013).

Neste sentido, o presente trabalho foi elaborado com o objetivo de caracterizar a cultura do trigo e os métodos utilizados no melhoramento desta cultura.

1. Origem, domesticação e importância da cultura

O trigo é um cereal da família das gramíneas, do gênero *Triticum*, compreende cerca de 24 espécies, das quais as mais cultivadas são *Triticum aestivum* e *Triticum durum* (GULLO, 2005). Está presente há cerca de 6 mil anos na história da humanidade. O cultivo começou no Oriente Médio, numa região chamada pelos historiadores de Crescente Fértil - área que hoje vai do Egito ao Iraque (Abitrigo, 20014).

Da Mesopotâmia, o trigo se espalhou pelo mundo. Os chineses já conheciam o trigo cerca de 2 mil anos antes de Cristo. Diz a história, também, que no século XIII, Marco Pólo esteve na China e de lá trouxe o macarrão para a Itália. É uma cultura amplamente adaptada aos mais diversos locais do mundo, desde latitudes de 30°S até 60°N e em altitudes superiores a 3.000 m (Börner et al., 2005).

Na Europa, o cultivo do trigo se expandiu nas regiões mais frias, como Rússia e Polônia. E foi pelas mãos dos europeus que, no século XV, o trigo chegou às Américas. No Brasil chegou 1534, trazido por Martim Afonso de Souza, que desembarcou na capitania de São Vicente (Abitrigo, 20014).

O clima quente dificultou a expansão da cultura. Foi só na segunda metade do século XVIII que a cultura do trigo começou a se desenvolver no Rio Grande do Sul. Mas, no começo do século XIX, a ferrugem dizimou os trigaís. O plantio só foi retomado nos anos 20 do século passado (Scheeren et al., 2011).

Segundo dados do coordenador de agropecuária do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Flávio Pinto Bolliger, “no Brasil a produção de trigo concentra-se no Sul e Centro-Sul do país tendo como principais produtores os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo. A região Sul é responsável por 90% da produção nacional brasileira” (EMBRAPA, 2008).

O Brasil se coloca entre os países que mais importam este cereal, tendo como desafio tornar a cultura competitiva frente aos demais países produtores, especialmente do Mercosul. Pesquisas com sementes permitiram aumentar a área plantada e o rendimento da cultura. Atualmente, o Brasil produz cerca de 6 milhões de toneladas, importando mais 4 milhões para atender ao consumo (CONAB, 2014).

O grão é uma excelente fonte de energia (carboidratos), proteína e fibras, além de importante fonte de ferro e vitaminas B1 e B2. Devido à sua versatilidade, é utilizado como base de inúmeros alimentos, tais como pães, bolos e massas (Hamada, 2000).

2. Características botânicas, morfológicas e fisiológicas da cultura

De acordo com Scheeren et al.(2011) o trigo pertence a família Poaceae, tribo Triticeae, subtribo Triticinae e gênero *Triticum* (L.). Das diversas espécies de trigo, 90% da produção mundial é composta pelas espécies *Triticum aestivum*, conhecida como trigo comum; *Triticum durum*, conhecido como trigo duro e o *Triticum compactum*, conhecido como tipo clube. A espécie *T. aestivum*, a mais consumida mundialmente, é hexaplóide ($2n=42$), sendo uma hibridação natural entre um tetraplóide e uma gramínea selvagem de origem a esta espécie e outras menos conhecidas.

A planta é constituída por um colmo principal e afilhos. A quantidade de afilhos varia conforme a constituição genética, densidade de semeadura fertilidade do solo entre outros fatores ambientais. No colmo fica o entrenó, o pedúnculo e a espiga.

O desenvolvimento da planta inicia-se com a emissão de uma pseudofolha, que é chamado de coleótilo. Esta estrutura tem a função de proteção dos órgãos de crescimento a exemplo da plúmula que é a primeira folha. As folhas podem varia de 4 a 9 folhas. A disposição é alternada, e formam ângulo de 180° entre as mesmas até a folha bandeira.

O colmo é oco, cilíndrico e com 4 a 7 entrenós. Os entrenós têm comprimento variável, aumentando da base para o ápice da planta até o pedúnculo. A altura da planta também pode variar entre genótipos e para um mesmo genótipo, em diferentes ambientes. Após o afilhamento colmo alonga-se rapidamente. Na ocasião do enchimento de grãos, os nutrientes estocados no colmo são de grande importância, pois são translocados para a espiga.

A inflorescência é uma espiga composta, dística, formada por espiguetas alternadas e oposta no ráquis. Normalmente as flores superiores são estéreis e imperfeitas. A forma, o tamanho e outras características são importantes botanicamente para auxiliar na diferenciação entre cultivares.

O grão do trigo, chamado cariopse, é pequeno (6 a 7 milímetros), seco e indeiscente. Dureza de grão, rendimento da farinha, qualidade para panificação e quantidade de proteína varia para cada cultivar. No entanto este varia de 6 a 20%.

As raízes estão divididas em três grupos: seminais; coroa e adventícias. As raízes seminais têm origem direta da semente, e tem sua principal importância até o início do estágio de afilhamento, por ter a função de estabelecer a plântula. Paralelo a o desenvolvimento destas raízes, logo abaixo do solo, forma-se a região denominada de coroa. Se estas raízes tiverem grandes concentrações de nós seguram melhor a planta evitando assim o tombamento

da mesma. Quando a planta encontra-se na fase de espigamento, podem surgir ainda algumas raízes adventícias acima do solo podendo ser no primeiro ou segundo nó.

3. Métodos de melhoramento genético empregados na cultura do trigo

A introdução de genótipos é considerada um método de melhoramento, e vem sendo constantemente utilizado, pois contribui efetivamente para a melhoria do potencial genético em uma determinada região. Tem como principais vantagens a introdução de novos germoplasmas usados como fontes de variabilidade em hibridações e diretamente como cultivares em uma dada região, de acordo com a legislação vigente (Briggs e Knowles, 1977; Ramalho et al., 2001).

Anualmente são introduzidos genótipos de trigo no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), no México, os quais carregam genes específicos, que são utilizados como parentais em cruzamentos com cultivares locais bem adaptadas, para obtenção de recombinantes desejáveis (Camargo et al., 1993).

Estas linhagens puras podem apresentar características desejáveis, adaptadas à região, que irão ser instaladas, mas conter alguns poucos ou vários defeitos em outros caracteres. Neste sentido, para reunir em uma nova linhagem pura, alelos favoráveis presentes em duas ou mais cultivares comerciais, linhagens elites de programas de melhoramento, em plantas introduzidas ou também, espécies relacionadas, realiza-se a hibridação artificial. Para isso é necessário realizar a seleção de parentais e hibridação, obter geração F1, conduzir populações segregantes, selecionar plantas individuais, avaliar linhagens puras em gerações avançadas e produzir sementes do novo cultivar para comercialização (Bespalhok, et al., 2014a).

A obtenção de genótipos desejados requer três importantes etapas: 1) obrigatoriedade de presença de variabilidade genética; 2) eficiência na seleção dos genótipos mais promissores; 3) ajuste das melhores constituições ao ambiente (avaliação final). Com isso, será possível obter a complementação de genótipos que poderá ser obtida após os cruzamentos produzindo sempre progênes superiores, que tenham comportamento *per se* (Borém, 2005).

Para melhorar as características agrônômicas do trigo, combinando em uma só planta os caracteres desejáveis dos genitores envolvidos, faz-se necessário a realização dos cruzamentos artificiais (Martins, 1998). Em programas de melhoramento genético de trigo, a

seleção em populações segregantes, por meio da hibridação artificial entre duas ou mais linhagens endogâmicas, é a base para a obtenção de novos genótipos (Pegaroro et al., 1999).

Esta hibridação é realizada nos chamados Blocos de Cruzamento que são compostos por um determinado número de genótipos superiores onde são realizados dois processos básicos: a emasculação e a polinização.

A primeira destas consiste na retirada das 3 anteras (estruturas reprodutivas masculinas) circundantes do estigma, em toda a porção da espiguetas, quando estas se apresentam com coloração esverdeada, fase em que o óvulo não está maduro. Este processo é efetuado com o objetivo de evitar a autofecundação e, as plantas emasculadas são utilizadas como genitores femininos, receptoras.

Alguns detalhes devem ser atentados durante este processo: para realizar a técnica da emasculação é necessário que a espiga deva estar apta a ser emasculada, que ocorre quando esta emerge da bainha da folha bandeira. Eliminam-se as espiguetas superiores e inferiores, devido ao florescimento iniciar da parte mediana da espiga para as extremidades. Da mesma forma, eliminam-se as flores centrais de cada espiguetas, devido aos seus ovários não maturarem ao mesmo tempo em que os demais. Com uma tesoura, gluma, pálea e lema, são cortados acima da parte superior do estigma em todas as espiguetas restantes. A eliminação das anteras é realizada com pinça e, por conseguinte faz-se o isolamento da espiga com envelope de papel, grampeando-se a borda deste junto ao pedúnculo, e identificando-o com as iniciais do nome de quem executar o trabalho, e a data do procedimento.

Passados três a quatro dias após a emasculação realizam-se a polinização das mesmas. Para tanto, é importante que as espigas genitoras masculinas estejam no ponto de florescimento. Realiza-se corte transversal na parte mediana das espiguetas e seu pedúnculo é colocado em vasilhame com areia por alguns minutos, para que as anteras venham a emergir com a exposição ao calor. Os envelopes que cobrem as espigas genitoras femininas (emasculadas) são cortados na parte apical, e realiza-se a polinização agitando uma espiga sob a outra dentro do envelope, e logo após o envelope é grampeado. Conforme o número de anteras emergidas, faz-se necessário o uso de mais de uma espiga polinizadora por espiga emasculada.

A colheita das sementes F1 é realizada aproximadamente aos 50 dias após as polinizações. As espigas de cada cruzamento são trilhadas separadamente com trilhadeiras de espigas, e semeadas em casa de vegetação (preferencialmente) para o avanço de geração, visando a redução do número de anos no processo de desenvolvimento de uma nova cultivar.

Quando o objetivo é transferir pequenas porções genômicas de genótipos não adaptados ou espécies selvagens para genótipos elite deficientes nestes aspectos, sendo normalmente, caracteres qualitativos como resistência a pragas e doenças, e assim, obter materiais genéticos superiores, realiza-se a técnica de retrocruzamento (Lorencetti et al., 2006). O método foi muito popular no melhoramento genético de cereais de inverno, especialmente nos Estados Unidos, durante as décadas de 1940 e 1950 (Borém, 2005).

A técnica consiste na hibridação entre uma planta F1, descendente de um cruzamento, com um de seus parentais, permitindo a transferência de um ou poucos genes de um dos genitores. Quanto maior a divergência genética entre os dois parentais, maior o número de retrocruzamentos necessários para recuperar as qualidades do recorrente. Em geral seis gerações de retrocruzamentos são suficientes para recuperar o genoma do parental recorrente (Bespalhok, et al., 2014b).

Outro método utilizado, considerado o mais popular entre os melhoristas de cereais de inverno em vários países, é o método genealógico, conhecido também como *pedrigree*, cujo objetivo é o completo controle da pressão de seleção imposta nas progênies das diferentes populações, (Borém, 2005). O método genealógico foi desenvolvido na Swedish Seed Association, em Svalof, Suécia, sendo sua proposição creditada a Hjalmar Nilsson, conforme descrição realizada por Newman, em 1912 (Fehr, 1987). No entanto, a primeira descrição completa e detalhada do método genealógico foi apresentada por Love, em 1927, que logo o introduziu em todos os programas de melhoramento por ele supervisionados na Universidade de Cornell (Jensen, 1988).

Após obter a população segregante por meio de hibridação, faz-se a seleção de plantas individuais a partir da geração F2, e a avaliação de cada progênie separadamente (Ramalho et al., 2001). Cada planta F2 selecionada será uma linha de F3, e assim por diante. A partir disso, a seleção ocorre entre e dentro de fileiras (melhores linhas e dentro das linhas, melhores plantas); este procedimento será repetido até alcançar heterozigose. Cada geração deve ser semeada em condições e época propícias para a cultura. A seleção, a partir de F5, é feita levando em consideração o comportamento das famílias, onde as linhas superiores e uniformes devem ser colhidas separadamente e devem participar dos ensaios de rendimento nas etapas preliminar, intermediária e final (Briggs e Knowles, 1977).

Outro método muito utilizado no melhoramento de plantas autógamas é o método da população (também chamado de Método Bulk, ou ainda de massal). É considerado o método mais simples de condução de gerações segregantes. Após a hibridação artificial entre linhagens parentais selecionadas, com divergência genética, as plantas das gerações F1 até F5

são colhidas todas juntas, em bulk, retirando-se uma amostra de sementes para dar origem à próxima geração. Com 5 a 6 gerações a população terá alta taxa de homozigose e com variabilidade genética. Nesta etapa, faz-se a seleção de plantas individuais baseadas nos critérios agronômicos desejados (Bespalhok, et al., 2014a).

Este método foi muito utilizado por Benedito e Oliveira Paiva para selecionar genótipos com adaptação ampla, resistência ao alumínio, às principais doenças e assim, obter melhores rendimentos de grão (Borém, 2005). No entanto, Santos e Carvalho (1977) não verificaram vantagens na utilização do método no sul do Brasil.

O método permite a ação da seleção natural sobre a população durante as gerações de endogamia aumentando assim, a frequência de genótipos agronomicamente aceitáveis. Entretanto, este processo nem sempre ocorre da forma que o melhorista deseja (Ramalho et al., 2001).

Por isso, é necessário que o ambiente onde as gerações pelo *bulk* serão avançadas reflita as condições de cultivo e possibilitem a expressão das diferenças genéticas entre os indivíduos para os caracteres de interesse, de forma que a seleção natural atue no sentido desejado (Fehr, 1987). Desta forma, a condução da população segregante deve ser feita em condições de plantio, não sendo possível a utilização de casa de vegetação (Bespalhok, et al., 2014a).

A necessidade de desenvolver novas técnicas visando à redução no período necessário para se alcançar a homozigose após a hibridação é uma das grandes limitações do melhoramento de plantas autógamas (Silva et al., 2004).

Com medida, vem se adotando o uso da haploidia para eliminação das gerações segregantes heterozigotas e assim, aumentar a eficiência de seleção e economia de espaço nos campos experimentais (Moraes e Fernandes, 1990). Os haplóides não têm utilização direta no melhoramento, mas com a duplicação dos cromossomos, podem-se desenvolver cultivares diplóides (Borém, 2005).

Os diplóides, ou também chamados de duplo-haplóides constituem-se de uma técnica desenvolvida por Laurie e Bennett (1987) onde se realiza o cruzamento interespecífico da geração F1 do trigo com o milho e tem sido amplamente utilizadas no melhoramento de trigo no Brasil. Com isso, é possível passar pelas gerações segregantes, com F2, F3, etc., e assim, originar genótipos produtivos com características agronômicas desejáveis em um período de tempo menor em relação ao método convencional de melhoramento genético (Ramos et al., 2000; Borém, 2005).

O processo inicia-se com a emasculação das espigas da geração F1 ou F2, dependendo do programa de melhoramento, e posterior polinização das espigas de trigo com pólen de milho, fazendo com que seja induzida a divisão celular do óvulo, sendo que os cromossomos do milho são eliminados das células logo nas primeiras divisões celulares. Fatores ambientais com temperatura na hora da polinização podem interferir na qualidade do procedimento. Para Silva et al. (2002) as temperaturas de 20 a 30°C são as ideais para a obtenção de embriões haplóides em cruzamento intergenérico trigo x milho.

Assim, forma-se um embrião haploide, mas não se forma o endosperma, de modo que o embrião logo torna-se inviável por falta de nutrição. O embrião é então resgatado antes de perder a viabilidade, e colocado em meio nutritivo adequado, pode desenvolver-se, germinar e produzir uma plântula. Esta plântula é haploide, portanto estéril. Estas plântulas são tratadas com colchicina, obtendo-se uma planta di-haplóide completamente homozigótica (Borém, 2005). Com a duplicação dos cromossomos a planta terá a sua fertilidade restaurada, devido a planta haploide quase sempre ser estéril (Moraes e Fernandes, 1990).

Já o método SSD (Single Seed Descent ou Descendente de uma Única Semente), consiste em uma técnica de avanço de gerações. A partir da geração F2 realiza-se a colheita de uma única semente de cada planta da população segregante, e estas sementes são trilhadas em conjunto, formando uma amostra por parcela. Estas darão sementes que novamente passarão pelo mesmo processo na geração seguinte até a geração F6 ou F7 onde serão selecionadas plantas ou espigas individuais (Bespalhok, et al., 2014a).

O método foi proposto por Goulden em 1939 como uma forma de avançar populações segregantes sem que se ocorra perda da variabilidade durante gerações até obtenção de linhas puras. Tem com vantagem ocupar pouco espaço e tempo do melhorista, podendo-se conduzir grande número de populações, pois não é exercido nenhum tipo de seleção natural e assim, podem ser realizadas várias gerações por ano, em ambientes completamente diferentes daqueles normais de cultivo (Borém, 2005).

Outro método utilizado é o da seleção recorrente, que tem por objetivo aumentar os alelos favoráveis na população por meio do intercruzamento repetido dos melhores genótipos de cada geração. Geralmente em trigo conduz-se a população pelo método SSD até a F4 ou F5 onde são testadas e as melhores progênies são cruzadas entre si, dando início ao ciclo 2 e assim sucessivamente (Borém, 2005).

Alguns autores comparam os diferentes métodos de melhoramento utilizados no Brasil tendo normalmente interação significativa entre os métodos, no entanto, recomendam

que o método a ser utilizado deve levar em consideração o cruzamento e objetivo (Santos e Carvalho, 1977; Cruz et al., 1983; Del Duca, 1991).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os programas de melhoramento selecionam materiais visando atender a demanda do mercado, no entanto, o processo é demorado, requer altos investimentos e necessita de pessoas capacitadas.

Segundo Borém (2005), a expectativa é de que o melhoramento de plantas não tenha mudanças tão drásticas. Apesar do surgimento de diversas técnicas complementares, nenhuma tecnologia por si só pode substituir a prática do melhoramento de plantas. Novas tecnologias podem auxiliar na criação de variabilidade e/ou seleção de genótipos superiores, mas a avaliação a campo de materiais superiores ainda é uma etapa fundamental enquanto, a agricultura por praticada como tem sido feito até hoje.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABITRIGO - Sobre o Trigo. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.04.00> > Acesso em: 06 de Junho de 2014.

BERED, F.; BARBOSA NETO, J. F.; ROCHA, B. M. da; PEGORARO, D. G.; VACARO, E. e CARVALHO, F. I. F. de. Caracterização de germoplasma de trigo por meio dos caracteres adaptativos ciclo e estatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p.145-150, 2002.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de plantas autógamas por hibridação. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas**. Disponível em < <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%207.pdf>> Acesso em 14 de jun. de 2014a.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Métodos dos retrocruzamentos. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas**. Disponível em < <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%208.pdf>> Acesso em 14 de jun. de 2014b.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2005, 969p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 6 ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, 523p.

BÖRNER, A.; SCHÄFER, M.; SCHMIDT, A.; GRAU, M.; VORWALD, J. Associations between geographical origin and morphological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Genetic Resources**, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 360-372, 2005.

BRIGGS, F. N. e KNOWLES, P. F. **Introduction to Plant Breeding**. Davis: Reinhold Publishing, 426p, 1977.

CAMARGO, C. E. de O. Trigo. In: FURLANI, A. M. C. VIÉGAS, G. P. (Eds.) **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, p.433-488. 1993.

CARVALHO, F., BERTAN, I., OLIVEIRA, A., OLIVEIRA, P., SILVA, J., BENIN, G., SILVA, G., HARTWIG, I., PADILHA, E.. CARACTERES ASSOCIADOS A TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO EM GENÓTIPOS DE TRIGOS SUL BRASILEIROS. **Current Agricultural Science and Technology**, North America, 11, sep. 2012.

CONAB - [Companhia Nacional de Abastecimento](http://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=conab+acompanhamento+da+safra+brasileira). **Levantamento da Safra de Grãos, Café, Cana-de-Açúcar e Laranja (Área Plantada, Produtividade e Produção) ...**, Junho 2014. Disponível em : [<https://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=conab+acompanhamento+da+safra+brasileira>](http://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=conab+acompanhamento+da+safra+brasileira) acesso em: 06 de Junho de 2014.

CRUZ, P. J.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. 1983. Efeitos de populações e métodos de seleção aplicados em gerações segregantes de trigo. **Pesq. Agrop. Bras.**, 18: 533-541, 1983.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v. 30, p. 832-836, 1990.

DEL DUCA, L. J. A. 1991. **Influência da seleção natural, comparação de métodos de melhoramento genético e avaliação precoce em populações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Porto Alegre: UFRGS, p.258. (Tese de doutorado), 1991.

DEL DUCA, L.J.A. et al. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito na Paraná, em 1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 18p.

EMBRAPA. **Informações Técnicas para a Safra 2009: Trigo e Triticale**. In: II REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, Passo Fundo, RS. *Anais*. Passo Fundo: EMBRAPA, 2008. 172p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York: Macmillan, 1987. v. 1, 525 p.

FELÍCIO, J. C. et al. Potencial produtivo, resistência à ferrugem da folha e qualidade industrial da farinha em genótipos de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p787-795, 2010.

GULLO, S. D. Cultura do trigo. Serie Grandes Culturas, Cruz Alta, v. 2, 2005. Disponível em: < <http://www.fertiouroverde.com.br> >. Acesso em: 06 de Junho de 2014.

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo *cultivar IAC 24-Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. Campinas, SP, 2000. 175 p.

IAPAR. Informações técnicas para trigo e triticales: safra 2013. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/TrigoeTriticale2013.pdf> Acesso em 06 de junho de 2014.

JENSEN, N. F. **Plant breeding methodology**. New York, 1988. 676 p.

LAURIE, D.A.; BENNETT, M. D. Wheat x Maize hybridization and the production of haploid wheat plants. In: INTERNACIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 7., 1988, Cambridge, U.K. Proceedings. Cambridge, p. 349 - 354, 1987.

LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VALÉRIO, I. P.; HARTWING, I.; MARCHIORO, V. S.; VIEIRA, E. A. Retrocruzamento como uma estratégia de identificar genótipos e desenvolver populações segregantes promissoras em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1118-1125, ago. 2006.

MARTIN, et al. Importância da relação entre caracteres em trigo duplo propósito no melhoramento da cultura. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1932-1940, Nov./Dec. 2013

MARTIN, Thomas Newton et al . Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, Aug. 2010.

MARTINS, E.M.G. **Relatório Estágio Prático Profissional** (graduação). Bagé, dezembro 1998. Universidade da Região da Campanha. 1998.

MORAES-FERNANDES, M.I.B. **Obtenção de plantas haplóides por meio da cultura de anteras**. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; ed. Técnicas e aplicações da cultura de tecido de plantas. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, p. 311-332,1990.

PEGORARO, Diego Girardi et al . Indução à macho-esterilidade e formação de sementes em genótipos de trigo. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, June 1999.

PIRES, J. L. F., LIMA, M. I. P. M., VOSS, M., SCHEEREN, P. L., WIETHÖLTER, S., DA CUNHA, G. R., ... & CAIERÃO, E. **Avaliação de cultivares de trigo em sistema de manejo tradicional e otimizado, Passo Fundo, 2004**. Embrapa Trigo, 2005.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. dos. Melhoramento de espécies autógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.

RAMOS, Luis Carlos da Silva et al . Linhagens diaplóides de trigo obtidas via cultura de antera. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 1, Mar. 2000.

SAKAMOTO, T.; MATSUOKA, M.; Generating high-yielding varieties by genetic manipulation of plant architecture. **Current Opinion in Biotechnology**, v.15, p.144-147, 2004.

SANTOS, F.; CARVALHO F. I. F. 1977. Estimativa da seleção para caracteres de importância agrônômica em gerações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Agronomia Sulriograndense**, 13: 219-236).

SCHEEREN, P. L., CAIERÃO, E., SILVA, M. S., EICHELBERGER, L., BONOW, S. Melhoria de trigo no Brasil. In: JOÃO LEONARDO FERNANDES PIRES, LEANDRO VARGAS, GILBERTO ROCCA DA CUNHA. Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo, RS : Embrapa Trigo, p.427-452, 2011.

SILVA, J. A. G. da.; CARVALHO, F. I. F. de.; SILVA, S. A.; BARBIERI, R. L.; MARCHIORO, V. S. LORENCETTI, C.; BENIN, G. Temperatura e seus efeitos na polinização para obtenção de embriões haploides de trigo em cruzamento intergenético. **Revista brasileira Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 97-102, mai-ago, 2002.

SILVA, J.B.C. da; NOVAIS, R.F. de; SEDIYAMA, C.S. Comportamento de genótipos de soja em solo com alta saturação de alumínio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v.19, n.3, p.287-298, 1984.

SILVA, N. O.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. B. F.; CARNEIRO, J. E. de S. Performance of common bean families after different generations under natural selection. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 4, p. 574-578, 2004.

SLAFER, G. A., ABELEDO, L. G., MIRALLES, D. J., GONZALEZ, F. G., & WHITECHURCH, E. M. Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to raise potential yield in wheat. In: **Wheat in a Global Environment**. Springer Netherlands, p. 487-496, 2001.

SLAFER, G. A., SATORE, E. H.; ANDRADE, F. H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: SLAFER, G. A. (ed.). **Genetic improvement of field crops**. New York: M. Dekker, P. 1-68, 1994.

WENDT, W. et al. **Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito-forragem e grãos**. Pelotas, RS: Embrapa, 2006.