

17

Melhoramento de trigo no Brasil

**Pedro Luiz Scheeren
Eduardo Caierão
Márcio Só e Silva
Sandro Bonow**

Introdução

A pesquisa em melhoramento de trigo no Brasil é executada por órgãos governamentais, por instituições paraestatais e por empresas privadas, atuando em diversas regiões tritícolas brasileiras.

A história do trigo no Brasil, conforme Lagos (1983), está estreitamente relacionada com a história do País. Segundo o historiador Gomes Carmo, o trigo foi introduzido na Capitania de São Vicente, em 1534, de onde foi difundido por todo o País, com a colonização. Desde a chegada dos primeiros colonos, não tem cessado o esforço, nem a necessidade, de se cultivar trigo no País.

A triticultura brasileira sofreu seu primeiro impasse em 1631, em razão do aviltamento dos preços impostos por comerciantes de São Paulo e de Santos. Em 1775, entrou em decadência em São Paulo.

No Rio Grande do Sul, o trigo foi introduzido em 1737, com a chegada dos imigrantes açorianos, constituindo-se na principal cultura da região, na época, seguida pelo milho, pelo feijão, pela mandioca e pelo arroz.

Em 1795, iniciaram-se as exportações do cereal, que crescia de importância ano após ano. Por isso, não foi preciso muito tempo para que o Rio Grande do Sul fosse denominado “O Celeiro do Brasil”.

Em 1811, com o surgimento da ferrugem, os trigaes foram destruídos a tal ponto que, em 1823, o cereal não era mais cultivado no sul do País.

O Brasil voltou a produzir trigo somente em meados do século XIX. O crescimento foi lento, pois ocorreram novos problemas com a ferrugem. Em 1875, com o início da imigração italiana, na região colonial de Caxias do Sul, o trigo voltou a ser semeado no RS. Ali ficou, durante muito tempo, restrito às pequenas propriedades, sendo utilizado apenas como alimento pela população local. Contudo, foi a boa adaptação de algumas cultivares italianas introduzidas que possibilitou a consolidação do trigo no sul do Brasil.

Mais adiante, os preços elevados no mercado mundial, no período entre as duas Guerras Mundiais, obrigaram o Governo Federal a tomar medidas para aumentar a produção nacional. Em 1914, o químico Jorge Polysú selecionou, em Nova Tirol, no Pa-

raná, diversas linhagens a partir de sementes provenientes de lavouras comerciais da região de Guaporé, Rio Grande do Sul. Essas linhas passaram a ser conhecidas como Linhas Polyssú e foram extremamente importantes para o melhoramento genético de trigo no sul do Brasil. Em seguida, foi lançada a cultivar PG1 (Ponta Grossa 1), selecionada a partir das Linhas Polyssú.

Em 1919, foram criadas as primeiras estações experimentais para pesquisar o cereal. A primeira foi a estação experimental Alfredo Chaves, hoje conhecida como Fepagro Serra em Veranópolis, no Rio Grande do Sul. Para esta estação, foi contratado o agrônomo Carlos Gayer, originário da Tchecoslováquia, que fez várias seleções em germoplasma local, hoje identificadas como “Linhas Alfredo Chaves”, e também introduziu grande quantidade de germoplasma de várias partes do mundo. Na mesma época, foi criada a estação Experimental de Ponta Grossa, no PR. As Linhas Polyssú, adaptadas ao sul do Brasil, foram levadas à nova estação em 1922, onde trabalhavam Gil Stein Ferreira, Vespertino Marcondes França e Hélio Pimentel (FEDERIZZI et al., 1999). Como resultado, os genótipos selecionados em Alfredo Chaves e em Ponta Grossa deram origem ao melhoramento genético de trigo no Brasil. Desde 1919 até agora, muito foi feito em pesquisa de trigo no Brasil. No entanto, o desenvolvimento do cultivo de trigo nos outros estados do Brasil processou-se bem mais tarde do que no Rio Grande do Sul e no Paraná.

Em 1924, a convite do governo brasileiro, Iwar Beckman começou seus trabalhos na Estação Experimental Alfredo Chaves, onde, em 1925, realizou os primeiros cruzamentos artificiais de trigo no Brasil. Ainda em 1925, Beckman foi transferido para a Estação Experimental de São Luiz Gonzaga,

onde continuou a realizar cruzamentos artificiais em trigo até 1929, quando foi transferido para a estação Experimental da Fronteira, em Bagé, RS.

Beckman continuou seus trabalhos gerando diversas cultivares de trigo de ciclo mais precoce e com melhor potencial de rendimento de grãos. Dentre suas cultivares, Frontana foi sem dúvida, a mais importante, sendo indicada para cultivo no Rio Grande do Sul, desde 1942 até 1995. Frontana reuniu diversas características importantes para aquela época, como ciclo precoce, boa resistência ao crestamento e porte mais baixo (para os padrões da época), além de continuar sendo uma cultivar muito importante como fonte de resistência à germinação na espiga em pré-colheita, ao desgrane natural e, o maior destaque, à resistência à ferrugem da folha do trigo em planta adulta (*Lr15* e *Lr34*) (SOUSA, 1995). Os trabalhos em Alfredo Chaves continuaram com Benedito de Oliveira Paiva e com Victor Alves Pacheco, que desenvolveram diversas cultivares amplamente adaptadas, destacando-se Riosulino e Trintecinco (SOUSA, 1994, 1997).

Além dos pesquisadores já citados, que desenvolveram trabalhos com melhoramento de trigo no século XX, podem ser destacados ainda na Secretaria da Agricultura do RS: a) em Veranópolis – Benedito de O. Paiva, Victor A. Pacheco, Orlando Gomes Nobre e João M. Pompeu; b) em Bagé – Júlio Mascarenhas, Luiz Carlos Dias e Timóteo Muceneeki; c) em Júlio de Castilhos – Benedito de Oliveira Paiva, Orlando Gomes Nobre, Mario Bastos Lagos, Renato Kesterke e Luiz Alberto Silveira Mairesse; d) em São Borja – Alfeu Campos, José Carlos Dias, Danilo Bohn e Ari Caumo; e) em Encruzilhada do Sul – Ivo Osório Mendes (SOUSA; DEL DUCA, 2000).

Em 1938, com a criação da Estação Experimental de Passo Fundo, reiniciaram os trabalhos do Ministério da Agricultura no Rio Grande do Sul. Em 1943, foi criado o Instituto Agrônômico do Sul - IAS, com sede em Pelotas, RS, incorporando as Estações Experimentais de Pelotas e de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul; de Rio Caçador, em Santa Catarina; e as de Ponta Grossa e de Curitiba, no Paraná. Em Pelotas, os trabalhos de melhoramento foram liderados por Ady Raul da Silva. Seu resultado mais importante foi a criação da cultivar IAS 20 - IASSUL. Muitas outras cultivares foram criadas pelo Instituto Agrônômico do Sul, que, depois, foi denominado "Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul" - IPEAS/MA, sendo que as cultivares continuaram sendo identificadas com a sigla IAS.

Em Minas Gerais, nos anos 1930, com a criação do Instituto Agrônômico de Belo Horizonte, foram desenvolvidas, por Ildefonso Correa, as cultivares Horto e BH 1146, descendentes do cruzamento Fronteira/Mentana//PG1. BH 1146 teve grande destaque na região dos Cerrados pela sua resistência à mancha foliar, à seca, ao calor e ao crestamento e, ainda hoje, é frequentemente usada em cruzamentos.

Apesar do trigo ser introduzido no Brasil via São Paulo, seu cultivo neste estado não se desenvolveu. A triticultura voltou a SP somente após a introdução de cultivares da Índia, em 1935, pelo professor Carlos Teixeira Mendes, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, de Piracicaba e, mais adiante, da introdução da cultivar Frontana, do Rio Grande do Sul, que era precoce e adaptada ao cultivo em São Paulo. Mesmo com a intensificação dos trabalhos do Instituto Agrônômico de Campinas a partir de 1942, as primeiras culti-

vares do IAC surgiram somente nos anos 1960, sendo seu principal destaque a cultivar IAC 5 - Maringá, que tinha excelente comportamento agrônômico, ampla adaptação e tolerância a solos ácidos.

Posteriormente, o melhoramento de trigo no Brasil continuou sendo executado por órgãos governamentais, por instituições paraestatais e por empresas privadas.

Em 1973, foi fundada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que tinha, como metas, reformular, planejar e coordenar a pesquisa agropecuária no Brasil. Assim, em 1974, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT, instalado na base física da Estação Experimental de Passo Fundo. Para complementar os trabalhos de Passo Fundo, foram estabelecidos projetos de abrangência nacional, incluindo atividades em Londrina/PR, em Dourados/MS, em Planaltina/DF e em outras unidades de pesquisa da Embrapa. Com a criação do CNPT, atuaram na criação de cultivares Augusto Carlos Baier, Aroldo Galon Linhares, Jorge Luiz Nedel, Edar Peixoto Gomes, Cantídio Nicolau Alves de Sousa, João Carlos Soares Moreira, Ottoni de Sousa Rosa, Sergio Roberto Dotto, Francisco Langer, Milton Costa Medeiros, Pedro Luiz Scheeren, Leo de Jesus Antunes Del Duca, Márcio Só e Silva e, ainda, a citogeneticista Maria Irene Baggio de Moraes Fernandes.

O CNPT desenvolveu um grande número de cultivares com excelente resistência às doenças e potencial de rendimento de grãos, como CNT 8, CNT 10, BR 14, BR 15, BR 23, BRS 49, Embrapa 16 e Embrapa 27, BRS 179 e, mais recentemente, BRS Guamirim. Além disso, a Embrapa Soja, em parceria com a Embrapa Trigo, desenvolveu o programa de melhoramento de trigo para o Paraná, onde atuaram Sergio Rober-

to Dotto e Dionisio Brunetta, seguidos por Manoel Carlos Bassoi, tendo sido criadas cultivares como BRS 208 e BRS 220.

Em uma das estações experimentais (antes denominada Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas) do atual Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), em Pelotas, o Dr. Vanderlei da Rosa Caetano continuou seus trabalhos iniciados no CNPT, nas décadas de 1970 e 1980, desenvolvendo programa de melhoramento de trigo com o objetivo de criar variedades com melhor estrutura de planta e adaptadas às terras de várzea (normalmente utilizadas para o cultivo do arroz). Seus trabalhos foram importantes para a criação da cultivar BRS 220 (Embrapa 16/TB 108), resistente ao acamamento. No Mato Grosso do Sul, especialmente na região de Dourados, a partir do final da década de 1970 e, principalmente, durante a década de 1980, importante programa de melhoramento foi conduzido pela Embrapa (Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Trigo), onde atuaram Paulo Gervini de Sousa, Mário Caio Tavella e Joaquim Soares Sobrinho, sendo que foram recomendadas para cultivo, naquele período, várias cultivares de trigo como: BR 17, BR 18, BR 36, BR 40 e Embrapa 10.

Na região dos Cerrados (Brasília, Goiás e Minas Gerais), também em parceria com a Embrapa Trigo, são destacados os trabalhos de José Maria Vilela de Andrade e de Julio Cesar Albrecht, do Centro de Pesquisas Agropecuárias dos Cerrados-CPAC, onde o programa de melhoramento genético está voltado para a produção de variedades de trigo principalmente para o sistema irrigado. Para este sistema de cultivo, o potencial de rendimento e a resistência ao acamamento são as características principais buscadas no melhoramento. Me-

rece destaque no Cerrado o desempenho das cultivares BR 10, Embrapa 22, Embrapa 42, BRS 254 e BRS 264 no cultivo irrigado, e novamente, BH 1146 e IAC 5-Maringá, no cultivo de sequeiro. Ainda na região dos Cerrados, em Minas Gerais, trabalhos de melhoramento de trigo foram conduzidos por Moacil Alves de Souza, da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

No Rio Grande do Sul, no século passado, os trabalhos de pesquisa prosseguiram com a criação de novos programas de melhoramento de trigo, como o Plano Acelerado do Trigo (PAT), em 1969, em convênio assinado entre a Secretaria da Agricultura do RS e a FECOTRIGO (Federação das Cooperativas de Trigo e Soja do RS), com bases físicas em Júlio de Castilhos e em Cruz Alta. Neste programa, foram criadas algumas variedades como PAT 19, PAT 7219 e PAT 7392 e, em 1973, o convênio foi desfeito, sendo criado o Centro de Experimentação e Pesquisa da Federação das Cooperativas de Trigo e Soja do Rio Grande do Sul/FUNDA-CEP-FECOTRIGO, hoje CCGT TEC, que continuou os trabalhos na cidade de Cruz Alta, RS. Um grande número de cultivares foram desenvolvidas, sendo as principais CEP 11, CEP 17-Itapuã, CEP 21-Campos e CEP 24-Industrial, Fundacep 30 e Fundacep Nova Era. O programa continua até o presente e teve a participação de John Gibbler, Ottoni de Sousa Rosa, Carmine Rosito, Ricardo Matzembaker, Luiz Hermes Svoboda e Vanderlei Doneda Tonon, entre outros. Na mesma época, também prosseguiram os trabalhos das Estações Experimentais da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPA-GRO, da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio do Rio Grande do Sul, comandados pelo pesquisador Mário Bastos Lagos, destacando-se as cultivares Nobre e Jacuí.

No Paraná, em 1973, foram iniciados os trabalhos do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, sob a direção de Milton Alcover. Neste programa, os trabalhos tiveram a participação dos melhoristas Luiz Alberto Cogrossi Campos, Carlos Roberto Riede e Dionisio Brunetta e foram desenvolvidas diversas variedades com a sigla IAPAR com amplo sucesso no Paraná, destacando-se: IAPAR 6-Tapejara, IAPAR 13-Caeté e IAPAR 29-Cacatu, IAPAR 78 e IAPAR 85.

Ainda no Paraná, em Cascavel, em 1976, a Organização das Cooperativas do Paraná (OCEPAR) iniciou um programa de melhoramento de trigo, sob a liderança de John Gibbler e com a participação de Wilson Pan, Manoel Carlos Bassoi e Fernando Gomide, seguidos por Francisco de Assis Franco. O programa da OCEPAR desenvolveu uma série de cultivares de trigo para o Estado do Paraná e continua desenvolvendo, especialmente para solos sem alumínio tóxico (crestamento), podendo ser destacada a cultivar OCEPAR 16. Em 1995, o nome OCEPAR foi mudado para Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola – COODETEC, tendo se destacado a cultivar CD 104.

Em Santa Catarina, a EPAGRI conduziu, no final do século XX, programa de avaliação/competição de cultivares de trigo, a cargo do engenheiro agrônomo Estanislau Davalos, que testou os materiais de outros estados em vários locais, para lançamento naquele Estado.

Como empresas privadas, merecem destaque a OR Melhoramento de Sementes Ltda., dirigida por Ottoni de Sousa Rosa e Ottoni Rosa Filho, estabelecida em Passo Fundo, RS, que foi responsável pela criação das cultivares OR1 e Ônix, de ampla adaptação, e a Biotrigo, criada em 2008, também em Passo Fundo, RS e dirigida por Ottoni Rosa Filho e André Cunha Rosa.

Em universidades brasileiras, como em Porto Alegre, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob a liderança dos Professores Fernando Irajá Félix de Carvalho e Luiz Carlos Federizzi, foram realizados vários trabalhos básicos de genética e melhoramento envolvendo a cultura de trigo, e diversos melhoristas em atividade receberam seu treinamento nesta faculdade. Em Campinas, São Paulo, os trabalhos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) tiveram grande impulso com o agrônomo Carlos de Oliveira Camargo que, juntamente com João Carlos Felício e Antônio Wilson Penteado Ferreira Filho, desenvolveram cultivares de trigo adaptadas para o estado de São Paulo, como IAC 13-Lorena e IAC 350. Em Minas Gerais, são destacados os trabalhos da Universidade Federal de Lavras. Na Faculdade de Agronomia em Pelotas, Eduardo Algayer Osório realizou trabalho de melhoramento de trigo em convênio com o CNPT, de onde resultaram as cultivares CNT 8 e CNT 10, entre outras.

Para maiores detalhes do referencial histórico, consultar os trabalhos de Osório (1982), Lagos (1983) e Sousa (1997).

Recursos genéticos de trigo

O trigo é um dos principais cereais consumidos no mundo, sendo adaptado a diferentes regiões geográficas e condições ambientais. Durante o período 2004 a 2006, foram cultivados anualmente, em média, 217 milhões de hectares de trigo, produzindo 621 milhões de toneladas/ano do grão (ORTIZ et al., 2008). Dentro dos avanços que possibilitaram o alcance da atual produção mundial de trigo, destaca-se a disponibilização aos agricultores de cultivares melhoradas geneticamente. O sucesso

dos programas de melhoramento genético deve-se, entre outros fatores, à disponibilidade aos melhoristas de suficiente variabilidade genética, a qual tem, como o maior repositório de diversidade genética de suas coleções de trabalho, os recursos genéticos conservados nos Bancos de Germoplasma.

De forma ampla, os recursos genéticos envolvem a variedade de espécies de plantas, animais e micro-organismos integrantes da biodiversidade, de interesse socioeconômico atual ou potencial, para utilização em programas de melhoramento genético, biotecnologia e outras áreas afins. Dentro das espécies cultivadas como o trigo, os recursos genéticos constituem a variabilidade genética disponível aos melhoristas para uso e foram categorizados (FRANKEL, 1977; FAO, 1983 citados por SKOVMAND et al., 2006) como:

- cultivares modernas em uso;
- cultivares obsoletas, muitas vezes elites no passado, corriqueiramente encontradas nos *pedigrees* das cultivares modernas;
- *landraces* (trigos coloniais);
- espécies afins dentro da tribo *Triticeae*;
- estoques citogenéticos; e
- linhas de melhoramento.

Considerando a possibilidade de utilização, a variabilidade genética disponível aos programas de melhoramento genético é classificada em *pools* gênicos. Dentro da tribo *Triticeae*, que engloba os recursos genéticos do trigo, três *pools* são reconhecidos (SKOVMAND et al., 2006). O *pool* gênico primário, que inclui as espécies cultivadas de trigo (*Triticum aestivum* e *Triticum durum*) e espécies afins, em que a transferência gênica (hibridização) é considerada fácil. No *pool* gênico secundário estão as espécies a partir das quais a transferência de genes é possível, mas difícil. Já o *pool* gênico

terciário é composto por espécies a partir das quais a transferência gênica, para utilização no melhoramento, é considerada muito difícil. Esses conceitos, embora simples, são de difícil aplicação e delimitação em trigo, em razão da falta de aceitação de uma classificação global das espécies do gênero *Triticum* e, mesmo da tribo *Triticeae* (VON BOTHMER et al., 1992; MEREZHKO, 1998, citados por ORTIZ et al., 2008). De forma geral, até o momento, o *pool* gênico primário é o predominantemente utilizado, e o que mais contribui com os programas de melhoramento genético.

Conservação de recursos genéticos

Ao longo do tempo, as cultivares modernas, uniformes e altamente produtivas foram substituindo as cultivares antigas e outros genótipos não melhorados (*landraces*), que, por não serem utilizadas, passaram a correr o risco de extinção, acarretando o desaparecimento de fontes importantes de características de interesse. Visando a diminuir a perda da variabilidade potencialmente útil, ocorreram iniciativas de conservação dos recursos genéticos. A preocupação com a conservação, inicialmente deu-se, com o pesquisador russo Nicolai Vavilov, em 1926, responsável pelas primeiras expedições de coleta de germoplasma no mundo. Desde então, esforços no plano mundial têm sido realizados no sentido dos recursos genéticos serem preservados, visando a evitar a extinção de muitas variantes dentro das espécies e mantê-las disponíveis no presente e no futuro.

Atualmente, no mundo, considerando espécies vegetais, estima-se existir mais de 6 milhões de acessos conservados nos Bancos de Germoplasma, e destes, mais de um terço são de arroz, milho e trigo. De trigo, que é conservado na forma de semen-

tes, estima-se, aproximadamente, 800.000 acessos (ORTIZ et al., 2008), embora entre as coleções não se conheça o número de duplicatas, em razão da inexistência de uma base de dados unificada. No Brasil, atividades nesse sentido têm sido realizadas desde a década de 1970, com a criação do Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen), também denominado Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília/DF, onde os recursos genéticos de interesse começaram a ser conservados. Hoje, o sistema nacional de recursos genéticos no país é liderado pela Embrapa e, no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia, permanece a coleção base, onde os recursos genéticos são armazenados a longo prazo, em sua maioria, em forma de sementes, em câmaras frias, à temperatura de -20°C , sendo que de trigo, existem conservados na coleção base mais de 5.000 acessos. O Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia também coordena a rede nacional de Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) espalhada pelo país, onde acessos das mais variadas espécies são conservados a curto e médio prazo, e de onde parte a distribuição de recursos genéticos para os diversos setores da pesquisa no País. Em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, encontra-se o Banco Ativo de Germoplasma de Trigo, onde são conservados, a médio prazo, mais de 10.000 acessos de trigo e 2.000 acessos de espécies afins ao trigo, e que tem, como um dos principais objetivos, o de fornecer variabilidade genética necessária aos programas de melhoramento genético.

É importante destacar que o trigo é uma espécie exótica, sendo que a diversidade de acessos hoje, conservada no Brasil, é obtida graças à política de intercâmbio de germoplasma entre países, recentemente fomentada pela FAO (Organização das Na-

ções Unidas para Agricultura e Alimentação), por meio do Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Agricultura e Alimentação, do qual o Brasil é signatário, que visa a facilitar o intercâmbio de germoplasma entre países.

Utilização dos recursos genéticos

O germoplasma conservado passa a ser realmente valorizado e potencialmente útil, como base de busca de características de interesse por parte dos programas de melhoramento genético de trigo, se possuir informações úteis a seu respeito, organizadas e disponibilizadas de forma facilitada. Nesse aspecto, destaca-se que um dos principais motivos alegados para o incipiente uso dos recursos genéticos pelos melhoristas, registrados até hoje, é a carência de informações de interesse sobre os recursos genéticos conservados, além da preferência de muitos melhoristas por trabalharem com genótipos em estágio avançado de melhoramento, e não com materiais não adaptados à região alvo. Além disso, muitos melhoristas consideram possuir, nas suas coleções de trabalho, variabilidade suficiente.

A mudança desse cenário no âmbito mundial está ocorrendo ao longo dos anos, principalmente com a implantação de programas de pré-melhoramento, que são os elos entre os recursos genéticos conservados nos bancos de germoplasma e os programas de melhoramento. Dentro dos programas de pré-melhoramento, as ações visando à caracterização e consequente obtenção das informações de interesse sobre os acessos conservados são uma etapa fundamental. A caracterização poderá ser efetuada em diferentes níveis: morfológica, fenológica, agrônômica e molecular. A caracterização visa ao co-

nhecimento do material, de suas potencialidades, assim como da sua diversidade perante os demais já conservados. Um dos principais produtos da caracterização é a identificação de características de interesse, que possam ser incorporadas aos programas de melhoramento genético. Para Skovmand et al. (2006), a principal atividade dos bancos de germoplasma deveria ser a avaliação agrônômica dos acessos conservados, procurando identificar variação genética útil e torná-la disponível aos melhoristas. Segundo esses autores, a variabilidade é necessária para aumentar o potencial de rendimento, fornecer novas fontes de resistência a estresses bióticos, fornecer variabilidade para possibilitar adaptação com sucesso a ambientes marginais (estresses abióticos) e possibilitar a melhoria da qualidade industrial do trigo.

Um dos entraves da avaliação agrônômica dos acessos é a necessidade de mão de obra especializada, ou seja, por exemplo, na avaliação de tolerância/resistência a uma determinada doença, um fitopatologista necessita realizar as avaliações. Outro aspecto a ser considerado é o de que os experimentos normalmente necessitam repetições locais e temporais, o que dificulta a avaliação com o grau de detalhamento requerido de um número grande de acessos. Uma saída para a situação tem sido a utilização de coleções nucleares. A coleção nuclear de um banco de germoplasma procura representar a máxima diversidade genética contida no banco, com um mínimo de repetibilidade. Essas coleções, então, são submetidas às avaliações tanto agrônômicas como moleculares.

Uma abordagem crescente na exploração dos recursos genéticos tem sido a utilização de ferramentas biotecnológicas, principalmente na avaliação da varia-

bilidade genética dos acessos. Maiores informações sobre o papel das ferramentas biotecnológicas na exploração de recursos genéticos podem ser encontradas em Ruane e Sonnino (2006).

A exploração e utilização da variabilidade presente nos recursos genéticos não têm sido limitada a genótipos de *T. aestivum*, mas incluem também outros gêneros e espécies dentro da tribo Triticeae. A maior atenção por parte da pesquisa tem sido direcionada aos estudos com genótipos do gênero *Aegilops*, o gênero mais proximamente relacionado com o gênero *Triticum*, embora o mais distante gênero dentro da tribo Triticeae seja também uma potencial fonte de germoplasma para os programas de melhoramento de trigo, no entanto, com um número maior de entraves. Os estudos com o gênero *Aegilops* concentram-se principalmente em *Aegilops tauschii*, provável doador do genoma “D” do *T. aestivum*. A forma predominante na exploração de *A. tauschii* tem sido a formação de trigos hexaplóides sintéticos, cruzamento artificial de *Triticum dicoccoides* (AABB) e *A. tauschii* (DD).

A utilização da variabilidade genética disponível de trigo, como um todo, tem sido expandida mundialmente, seja por intercâmbio entre países ou por iniciativa de instituições internacionais. O CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo) tem sido um dos grandes responsáveis por essa distribuição, com remessas anuais de germoplasma melhorado às instituições envolvidas com pesquisa de trigo no mundo.

Métodos de melhoramento

A escolha do método de seleção de material segregante de trigo, oriundo de hibridações artificiais, depende do perfil de cada

melhorista e, se bem aplicado, qualquer um pode contribuir para ganhos genéticos em características quantitativas e qualitativas. Entretanto, para que os métodos de seleção possam ser empregados, é indispensável a existência de variabilidade.

Dentre os principais métodos empregados nos programas de melhoramento de trigo no Brasil, podem ser destacados:

- a) genealógico ou *pedigree*;
- b) massal;
- c) SSD – *Single Seed Descent*;
- d) retrocruzamento;
- e) seleção recorrente; e
- f) seleção sistêmica.

Além desses, podem ser empregadas variações ou combinações de metodologias conforme a geração de condução.

Método genealógico

O método genealógico, ou também chamado de *pedigree*, foi inicialmente proposto por Nilsson-Ehle (1914), que observou que a melhor maneira de obter-se um genótipo era observando sua progênie. A grande maioria das cultivares de trigo, lançadas no Brasil, foi obtida por este método (FEDERIZZI et al., 1999). No sistema genealógico, as plantas de trigo são conduzidas espaçadamente, favorecendo à seleção individual. A seleção inicia na geração F_2 , onde há máxima segregação (Tabela 1) e continua até que as plantas individuais alcancem a homozigose, o que pode variar conforme o grau de divergência dos pais usados na hibridação. O método genealógico é apropriado para seleção de características qualitativas, determinadas por genes de grande efeito no caráter desejado (ALLARD, 1971). Como as plantas são conduzidas espaçadamente, a correlação da seleção com caracteres quantitativos da futura linhagem em homozigose é baixa e, portanto, não reco-

Tabela 1. Evolução do percentual de heterozigose e homozigose em uma população segregante de trigo pelo efeito da autofecundação.

Geração de autofecundação	Heterozigose (%)	Homozigose (%)
F_1	100,00000	0,0000
F_2	50,00000	50,0000
F_3	25,00000	75,0000
F_4	12,50000	87,5000
F_5	6,25000	93,2500
F_6	3,12500	96,7850
F_7	1,56250	98,4375
F_8	0,78125	99,2180

mendada. O uso de densidade próxima à comercial (300 a 330 sementes aptas/m²), no estabelecimento das parcelas para seleção pelo método genealógico, tem sido prática frequente pelos programas de melhoramento para aprimorar a associação entre o que está sendo selecionado com o rendimento de grãos, por exemplo, quando linhagem; entretanto, há prejuízos na visualização das plantas individuais.

O método genealógico é o que propicia melhor controle de seleção, já que os registros e histórico de seleção são frequentemente realizados, constituindo uma fonte de informação muito importante aos melhoristas. Estas informações podem ser empregadas para definir novos cruzamentos e identificar combinações mais favoráveis, entre genótipos, para os caracteres de interesse.

De todos os métodos de seleção, o *pedigree* é o método de maior demanda de recursos (área, mão de obra) e é muito dependente da interação genótipo x ambiente, sobretudo em baixa densidade de sementes. Assim, plantas selecionadas em um ano para uma característica podem apresentar comportamento diferenciado no próximo ano, o que faz com que o mé-

tudo seja mais apropriado para ambientes mais estáveis e homogêneos.

Método massal

O método massal tem sido muito empregado nos últimos anos, nos programas de melhoramento de trigo no Brasil, principalmente por ser o de menor custo e de menor necessidade de mão de obra, requisitos cada vez mais limitantes, principalmente nas instituições públicas de pesquisa.

A base teórica do método fundamenta-se na seleção natural, já que todas as plantas em geração F_2 , oriundas de um determinado cruzamento artificial, são conduzidas em densidade comercial ou próxima dela e competem entre si por água, nutrientes e luz. As plantas de melhor adaptação às condições de ambiente e resistência/tolerância a estresses bióticos e abióticos darão origem a um maior número de descendentes (sementes), fazendo com que a frequência destes alelos seja aumentada a cada geração. Neste método de seleção, as parcelas (que podem variar de tamanho) são semeadas e colhidas, geração após geração, até F_6 ou F_7 , dando origem a um conjunto de plantas homozigotas, que em F_7 ou F_8 são semeadas individualmente para dar origem às novas linhagens. No método massal tradicional, não há seleção do melhorista, contudo variações têm sido observadas em alguns programas, com seleção artificial, acelerando o incremento dos alelos desejáveis. Isto ocorre quando, por exemplo, ao invés de colher-se a parcela na sua totalidade, colhe-se uma massa de espigas com a característica de interesse. Exemplo disso pode ser verificado para a estatura de planta. A parcela pode ser cortada numa altura definida (80 cm, por exemplo), e somente as plantas com altura abaixo deste parâmetro permane-

cerão, aumentando a frequência de plantas baixas na próxima geração. Massas de espigas podem ser selecionadas também para ciclo e/ou outras características agronômicas.

Considerando que, praticamente, todos os programas de melhoramento de trigo no Brasil usam semeadura mecanizada, este método passa a ter importância cada vez maior.

Método SSD – *Single Seed Descent*

O método SSD, ou seja, descendência por uma única semente, nada mais é do que uma variação do método genealógico e foi descrito por Brim (1966). Este método consiste em avançar as gerações segregantes até um nível satisfatório de homozigose, tomando-se uma única semente de cada indivíduo de uma geração para estabelecer a próxima. Assim, a principal vantagem do método é a redução do tempo para a obtenção de novas linhagens, já que o processo de condução pode ser realizado em mais de uma geração por ano, mesmo em ambientes não representativos das condições em que seriam cultivadas comercialmente (FEHR, 1987). A seleção em gerações avançadas beneficia-se da maior variância genética aditiva presente, que é maximizada na população final, uma vez que cada linhagem corresponde a uma planta F_2 diferente. Porém, a variância genética na população pode ser reduzida se mais de uma linhagem na população final corresponder a uma mesma planta F_2 (BOREM, 2001).

Entre as principais desvantagens do SSD, destacam-se a falta de controle genético das populações conduzidas, a ausência de seleção natural (favorecendo a formação de linhagens não adaptadas às condições de cultivo, ou mesmo de baixo

potencial produtivo) e o pequeno uso da variabilidade da geração F_2 , já que somente uma semente é utilizada de cada planta para a formação da próxima geração. Contudo, sua praticidade (baixa necessidade de espaço, recursos e mão de obra) e rapidez fazem dele uma boa opção aos melhoristas para criação de novos genótipos.

O método SSD tem sido usado pelo Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR há mais de 26 anos (RIEDE et al., 2001), e na Embrapa, há cerca de 15 anos.

Uma prática frequente nos programas de melhoramento tem sido o uso conjunto de diferentes métodos de seleção, conforme o perfil de cada programa. A seleção pelo método genealógico nas gerações precoces e o emprego do SSD nas posteriores têm demonstrado maior eficiência em relação ao uso dos métodos de maneira isolada, em várias culturas (VENCOVSKY et al., 2001).

Método de retrocruzamento

O método de retrocruzamento consiste numa importante estratégia para os melhoristas de trigo, quando o objetivo é realizar a introgressão de caracteres qualitativos (conferidos por genes de grande efeito no caráter) em um genótipo elite ou padrão. Por meio deste método, um genótipo considerado como doador é cruzado com outro, denominado de recorrente. As plantas da geração F_1 são retrocruzadas e, na geração F_1 seguinte, as que apresentarem a característica desejada oriunda do genitor doador são, normalmente retrocruzadas ($RC_2 F_1$) e assim, sucessivamente ($RC_n F_1$) com o genótipo recorrente, para que haja a recuperação da constituição genética do mesmo (Tabela 2). Normalmente, de cinco a seis gerações são necessárias para a recuperação total do genitor recorrente; caso existam marcadores moleculares

para a característica desejada, a recuperação do pai recorrente pode ser obtida em menor número de gerações. Neste método, o melhorista tem considerável controle sobre a variação genética nas populações segregantes, nas quais as seleções são feitas.

O procedimento a ser utilizado no retrocruzamento depende do controle genético do caráter a ser transferido. Caracteres de herança simples, definidos por genes dominantes e de fácil visualização na planta híbrida, são mais fáceis de serem

Tabela 2. Etapas de retrocruzamentos e percentual de recuperação do fenótipo do genitor recorrente.

Genitor doador (A)	Genitor recorrente (B)	Anotação de cruzamento	% Fenótipo B
A	B	A/B	50,00
A	2*B	A/2*B	75,00
A	3*B	A/3*B	87,50
A	4*B	A/4*B	93,75
A	5*B	A/5*B	96,87
A	6*B	A/6*B	97,75

O número seguido de asterisco representa o número de vezes que o genitor recorrente participa do cruzamento.

trabalhados pelo método. Considerando que o genitor recorrente já é uma cultivar elite ou padrão, desde que haja condições de realizar-se o cruzamento e que a característica a ser transferida se expresse, o método pode ser aplicado em qualquer período do ano, podendo-se fazer dois a três ciclos de retrocruzamentos. Se bem aplicado, o método elimina a necessidade de refazer avaliações quantitativas no “novo” genótipo gerado, já que pelo princípio, seu comportamento deve ser igual ao pai recorrente, exceto pela característica introduzida do genitor doador. Entretanto, para muitos melhoristas, a avaliação agrônômica é indispensável, mesmo considerando a

situação acima, tendo em vista as ligações gênicas existentes entre a característica desejada e genes desconhecidos. A transferência desse DNA adicional, ligado ao gene de interesse, denomina-se de “arrasto”. Trabalhos realizados por Stam e Zeven (1981) e Zeven et al. (1983) demonstraram que, embora a recuperação de características do genitor recorrente ocorra de forma satisfatória em muitos programas de retrocruzamento, a quantidade de DNA indesejável que acompanha o gene em transferência pode ser relativamente grande.

Nos programas de melhoramento de trigo no Brasil, este método tem sido usado com frequência, para a introdução de genes de resistência a diferentes doenças e, também, para transferência de novos genes a partir de materiais silvestres e/ou espécies ancestrais.

Método de seleção recorrente

O aumento da homozigose e a redução da variância genética, bem como a ausência de intercruzamento após o primeiro cruzamento de linhas puras, têm sido apontados como fatores importantes para a não-realização do potencial possível no melhoramento genético de trigo. Assim, vários autores sugerem, como importante, a quebra dos blocos de ligação por meio do intercruzamento de mais de quatro parentais, pelo menos, por três a quatro gerações antes do início da seleção (HANSON, 1992).

Em culturas de polinização cruzada, especialmente no milho, o aumento da frequência de genes favoráveis, com manutenção da variabilidade genética, tem sido possível por meio da seleção recorrente. Em culturas de autofecundação, como o trigo, é possível que blocos de ligação indesejáveis tenham permanecido intactos, reduzindo os ganhos possíveis com seleção.

A seleção recorrente tem por objetivo aumentar a frequência dos alelos favoráveis na população, por meio do intercruzamento repetido dos melhores genótipos de cada geração. Em trigo, as progênies normalmente são avançadas até a geração F_4 ou F_5 por meio do método SSD e testadas nesta geração. As melhores progênies dos testes são cruzadas entre si, dando início ao ciclo 2, e assim sucessivamente.

Trabalhos de Altman e Busch (1984) demonstraram que não ocorrem recombinantes suficientes pelo intercruzamento anterior à seleção, em populações provenientes de cruzamentos simples de trigo.

A seleção recorrente pode ser uma alternativa do alcance de objetivos a longo prazo, para o desenvolvimento de germoplasma e para a seleção de caracteres com baixa herdabilidade, governados por muitos genes de pequeno efeito. Alguns programas de seleção recorrente têm sido realizados para aumento de proteínas, do peso de grãos e para redução do ciclo em trigo.

Tem-se comparado a eficiência dos diferentes métodos de condução de populações segregantes no Brasil. Normalmente, há uma interação significativa entre populações e métodos, demonstrando que o método a ser utilizado depende do cruzamento e do objetivo (SANTOS; CARVALHO, 1977).

Método de seleção sistêmica

Esta nova metodologia, conforme Caetano et al. (2008), envolve a seleção recorrente com forte pressão de seleção já em F_1 , em grande número de combinações/cruzamentos, envolvendo os mais variados estresses e uma forte orientação direcionada aos objetivos estabelecidos e assim, os ganhos genéticos multiplicam-se a cada ciclo de seleção e recombinação. Este método é especialmente indicado para características

quantitativas que envolvem um grande número de genes, menores e/ou maiores. Em trigo, são selecionadas plantas, simultaneamente, com resistências e tolerâncias aos estresses bióticos (como ferrugens, oídio, fusariose, manchas foliares, viroses, pulgões) e abióticos (como tolerância à seca, ao encharcamento do solo, insensibilidade a temperaturas de verão e inverno, com eficiente acúmulo de matéria em condições de alta e baixa luminosidade) e, principalmente, morfologia de planta adequada à elevada produtividade e com resistência ao acamamento. A maior eficiência de extração de nutrientes, a fixação simbiótica de nitrogênio e a alelopatia às principais invasoras também devem ser consideradas. As evidências estão permitindo pensar em resistências e tolerâncias mais amplas, energeticamente econômicas que, conseqüentemente, podem alavancar novos patamares de produtividade e estabilidade de produção. O método tem permitido reunir caracteres desejados, descartar combinações antagonicas e tem respondido, rapidamente, a novos ajustes de demanda em 30 anos de uso, gerando a convicção de que o seu limite está na capacidade do pesquisador, ou da equipe que o adota.

A metodologia é compatível com as diversas ferramentas em uso no melhoramento, ou que venham a ser desenvolvidas, e é factível de ser aplicada nas mais diversas culturas, acelerando soluções num momento em que as previsões de mudanças do clima, certamente, tornam urgente novos enfoques metodológicos, que visualizem um conjunto de interações amplas, complexas e com elasticidade suficiente para atender às previsões mais extremas e, mesmo assim, ofertar ao mercado consumidor produtos com qualidade e quantidade desejadas (CAETANO et al., 2008).

Avaliação de cultivares e determinação do Valor de Cultivo e Uso - VCU para registro de cultivares de trigo

O consumo de trigo no Brasil tem se mantido na faixa de 10,5 milhões de toneladas, enquanto a área semeada, anualmente, tem oscilado bastante, sem acompanhar o ritmo do consumo. Ocorreram reduções bruscas ao longo dos anos, embora, em 2008, a área atingiu quase 2,5 milhões de hectares. As razões dessa conjuntura passam pela via política e técnica. Nos aspectos técnicos, destacam-se a falta de cultivares mais produtivas e com qualidade industrial em sintonia com o setor moageiro. Cada vez mais, o trigo se tornou um ingrediente especializado, com características definidas e adequadas ao seu fim tecnológico. Acrescenta-se a esse cenário, o ambiente criado com a lei de proteção de cultivares.

O registro e proteção de cultivares, segundo a Lei de Proteção de Cultivares (LPC), regulamentada pela Lei nº 9456/97 e pelo Decreto nº 2366/97 (BRASIL, 2008) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa, exige 2 ou 3 anos de testes de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), por região de adaptação e por estado, conforme o número de locais (Figura 1), além da determinação de Distingüibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Assim, para registrar uma cultivar no Mapa é necessária a determinação de VCU em ensaios de avaliação de rendimento de grãos, e para adquirir a proteção da cultivar, é necessário determinar, por meio de ensaios de DHE, que a mesma seja distinta, homogênea e estável, comprovadas pelos descritores mínimos estabelecidos para a cultura de trigo. A diversidade de ambientes para os cereais de inverno no Brasil exige, dos programas de criação de cultivares, uma avaliação criteriosa do comportamento ge-

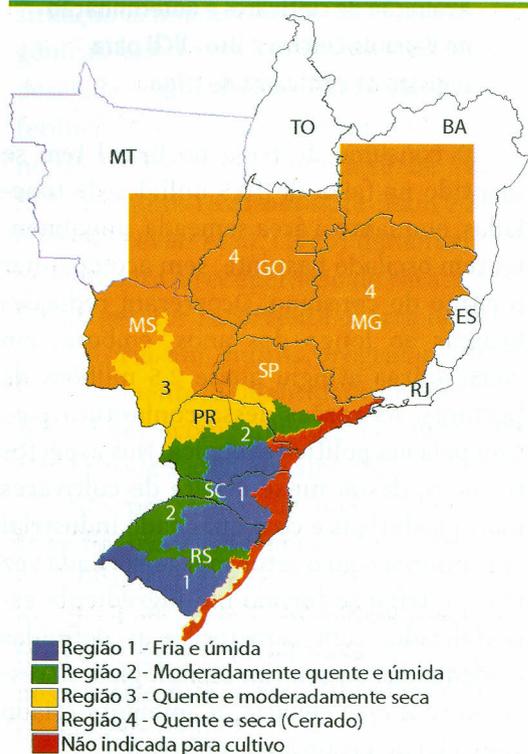


Figura 1. Regiões de adaptação para testes de VCU de trigo no Brasil.

Fonte: Brasil (2008).

notípico frente às flutuações de ambientes, por meio da rede de ensaios de linhagens para a cultura do trigo no Brasil. As condições edafoclimáticas características de cada localidade ou da região, associadas às práticas culturais, à ocorrência de estresses bióticos e abióticos, além de outras variáveis que afetam o desenvolvimento do trigo, são denominadas ambiente. Em outras palavras, o ambiente é constituído de todos os fatores que afetam o desenvolvimento do trigo que não de origem genética (FALCONER, 1981; CRUZ; REGAZZI, 1994; PATTO RAMALHO et al., 2000). As alterações no comportamento relativo dos genótipos, em virtude de diferenças de ambiente, denominam-se interação genótipo x ambiente ($G \times E$), que, segundo Comstock e Moll (1963), reduzem

a correlação entre o genótipo e o fenótipo. O sucesso dos programas de melhoramento dependem muito da correta avaliação do genótipo com base no fenótipo. A magnitude da interação determinará a eficiência e o progresso na seleção de genótipos superiores (FALCONER, 1981). Estudos do progresso genético de trigo no sul do Brasil relatam ganhos que variam de 15 kg/ha/ano a 40 kg/ha/ano, considerando os últimos 30 anos de melhoramento (NEDEL, 1994; RODRIGUES et al., 2007), enquanto que, em lavouras, o ganho tecnológico médio foi de 30 kg/ha/ano.

O maior problema enfrentado pela cultura do trigo, nas regiões tradicionais de produção do Brasil, ainda é a instabilidade de rendimento de grãos, associada à qualidade industrial da classe pão. Nos anos recentes de condições meteorológicas favoráveis ao trigo cultivado sem irrigação, os rendimentos médios de grãos chegaram a 2.700 kg/ha no RS (CONAB, 2011), enquanto que, nos anos 1970, não ultrapassavam 1.000 kg/ha. O rendimento de grãos, com as atuais cultivares e nível tecnológico da lavoura tem oscilado menos, mas a qualidade tecnológica tem apresentado grandes oscilações com relação à força de glúten, mostrado pelo valor de alveografia. Entre as cultivares comerciais que se encontravam no mercado em 2008, mais de 50% pertenciam às classes pão e melhorador, enquanto que as demais eram trigos da classe brando. Todavia, poucas mantêm suas características quando ocorrem variações bruscas de ambiente, como é o caso de chuva na colheita (SOUSA, 1995, 2001, 2003, 2004). A grande diversidade genética entre as cultivares e entre os ambientes no sul do Brasil ressaltam a importância da interação $G \times E$, refletida na instabilidade do rendimento e instabilidade na qualidade tecnológica.

A proteção e registro de uma culti-

var e o sucesso da mesma na comercialização de semente, pelos agricultores, dependem, portanto, do resultado da avaliação da interação genótipo/ambiente, traduzida pela performance genotípica do rendimento de grãos e da qualidade industrial. A escolha dos locais para as avaliações de adaptação e determinação de VCU, muitas vezes, são de carácter subjetivo ou de acordo com facilidades logísticas ou de recursos financeiros, necessitando de estudos da avaliação de locais nos ensaios de competição de cultivares, por meio da estratificação ambiental, uma vez que a parte mais cara dos programas de melhoria é representada por esta.

A avaliação de genótipos de trigo em diferentes anos e locais, para a maioria das características agronômicas, frequentemente evidencia interações genótipo x local (G x L), genótipo x ano (G x A) e genótipo x local x ano (G x L x A). Para algumas características, como dias para o espigamento, a importância das interações G x A em relação ao efeito genotípico é, em geral, menor. Com frequência, G x A é maior que G x L, embora, entre as duas, a diferença em magnitude dependa dos efeitos que contribuem para G x L. Parece lógico que a interação G x L, se os locais estão restritos a uma região menor, seja menos importante que a interação G x A. Em diversas situações a interação G x A é maior que G x L. Se a interação G x A for significativa, o melhorista precisa adotar critérios para a interpretação dos dados, pois é especialmente importante saber se a interação resultou por causa da alteração na ordem de mérito dos genótipos de um local para outro, ou se houve uma simples alteração na magnitude das diferenças entre os genótipos (LIN et al., 1986). O elevado custo desses testes tem levado os melhoristas a buscar maneiras de

maximizar a eficiência de avaliação, e uma delas é a otimização na alocação dos recursos. Para otimização na alocação de recursos, devem ser estimados os valores de σ_e^2 , σ_{GLA}^2 , σ_{GL}^2 e σ_{GA}^2 . A otimização na alocação do número de repetições, de locais e de anos de avaliação é baseada na importância relativa das interações genótipo x local, genótipo x ano e genótipo x local x ano (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Durante a otimização dos recursos, os custos operacionais devem ser considerados. Por exemplo, o aumento do número de repetições é menos oneroso do que o do número de locais e este, menos do que o do número de anos de avaliação. Algumas vezes, locais podem ser usados, em parte, para substituir anos de avaliação. Os efeitos de locais ocorrem, principalmente, em razão das diferenças de solo e da distribuição de chuvas, enquanto que os efeitos de ano são, principalmente, de natureza climática. Se for possível escolher os locais em regiões climaticamente distintas, os efeitos climáticos poderão ser maiores. Sempre que possível, deve-se substituir ano por locais, em benefício da redução do tempo gasto no desenvolvimento de novas cultivares. Nesse contexto, Allard e Bradshaw (1964) classificaram as variações nas condições ambientais em previsíveis e imprevisíveis. As primeiras são devidas a fatores permanentes do ambiente, como tipo de solo, comprimento do dia e outras características que variam de maneira sistemática. São incluídos, ainda, os aspectos ambientais determinados pelo homem, como época e densidade de semeadura, métodos de colheita e outras práticas culturais. Por outro lado, as imprevisíveis correspondem às variações dos fatores ambientais, como precipitação, temperatura e outros. Entretanto, como ressaltam esses autores, a distinção entre

as duas nem sempre é clara e, além do mais, pode variar de cultura para cultura.

A literatura é rica em trabalhos de pesquisa que ressaltam a importância e a influência da interação genótipo x ambiente, principalmente nas fases do programa de melhoramento que envolvem a seleção, a avaliação final e a recomendação de cultivares de qualquer espécie (ALLARD, 1961; BREESE, 1969; KNIGHT, 1970; TAI, 1971; BUSCH et al., 1976; BAKER, 1978; BONATO, 1978; FRANCIS; KANNENBERG, 1978; ARANTES, 1979; MORAIS, 1980; SANTOS, 1980; BEAVER; JOHNSON, 1981; ARANTES; REZENDE, 1982; RIEDE; BARRETO, 1985; SOUZA, 1985; LOFFLER et al., 1986; FERNANDES, 1988; LEITE, 1988).

Mariotti et al. (1976) relatam as dificuldades encontradas para esclarecer o significado destes termos, tendo em vista suas diversas definições, dadas por diferentes autores. Entretanto, sugerem que a adaptabilidade seria a capacidade dos genótipos responderem, vantajosamente à melhoria do ambiente, enquanto a estabilidade estaria relacionada à capacidade dos genótipos apresentarem comportamento altamente previsível, em função das variações ambientais.

Alguns autores (BONATO, 1978; SANTOS, 1980; LEITE, 1988) consideram estas definições as mais efetivas. Moraes (1980) associa esta definição de estabilidade como estabilidade de comportamento, a qual define uma característica varietal, e que não deve ser confundida com estabilidade fenotípica que, segundo vários autores (FINLAY; WILKINSON, 1963; ALLARD; BRADSHAW, 1964; ROWE; ANDREW, 1964; EBERHART; RUSSELL, 1966; CLAY; ALLARD, 1969; TAI, 1971; JOWETT, 1972; MARSHAL; BROWN, 1973), refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem somente peque-

nas variações no seu comportamento geral, quando submetidos a diferentes ambientes. Em termos estatísticos, o primeiro conceito está associado ao ajuste do genótipo a um modelo preditivo, geralmente o linear, e o segundo, à invariância genotípica. Assim, a estabilidade de comportamento relaciona-se ao quanto a regressão ajustada explica o comportamento da cultivar frente às mudanças do ambiente, estando amarrada ao conceito de adaptabilidade, definido em função da resposta das cultivares às variações ambientais, ou ainda, a estabilidade de comportamento refere-se à previsibilidade da adaptabilidade estimada. Esses estudos são de grande importância na avaliação de genótipos de trigo no Brasil e, conseqüentemente, na tomada de decisão para obtenção de VCU.

Características botânicas, morfológicas e fisiológicas importantes para a descrição de cultivares de trigo e para avaliação de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade - DHE

Classificação botânica do trigo em cultivo no Brasil

Família: Gramineae

Tribo: Triticeae Dumort. (= Hordeae)

Subtribo: Triticinae

Gênero: *Triticum* (Lineu, 1753)

Espécie: *Triticum aestivum* (L.) THELL

Espécie: *Triticum durum* (L.) THELL

Número de cromossomos e genomas

A espécie *Triticum aestivum* L. é hexaploide ($2n = 42$). Uma hibridação natural entre um tetraploide [*Triticum turgidum* (= *T. durum*); $2n = 28$] e uma gramínea selvagem (*Aegilops squarrosa*; $2n = 14$) deu origem ao *T. aestivum* e a outros trigos hexaploides menos conhecidos.

A planta de trigo

A planta de trigo é constituída por um colmo principal e seus afilhos. O número de afilhos pode variar conforme a constituição genética, a fertilidade do solo, a densidade de sementeira e outros fatores ambientais. Em cada colmo temos os entrenós, o pedúnculo e a espiga (Figura 2).

Sistema radicular do trigo

Três grupos de raízes formam o sistema radicular do trigo: a) raízes seminais; b) raízes da coroa; e c) raízes adventícias (Figura 3).

As raízes seminais, originadas diretamente da semente, são particularmente importantes até o início do estágio de afilhamento. Apresentam, como função principal, o estabelecimento da plântula. Inicialmente, a nutrição da planta é obtida do endosperma da semente. Posteriormente, quando as raízes seminais tornarem-se funcionais, os nutrientes e a água provêm do solo ao redor.

Paralelamente ao desenvolvimento das raízes seminais, desenvolve-se o coleóptilo e, dentro dele, o mesocótilo ou entrenó subcoronal. Um a dois centímetros abaixo da superfície do solo, forma-se a região denominada coroa, de onde são emitidas as raízes permanentes (cerca de 15 dias a 20 dias após a emergência). Coroas com grande concentração de nós são importantes para o melhor ancoramento da planta ao solo, evitando o tombamento da planta. No princípio, o desenvolvimento destas raízes é lento e segue, assim, até o estágio de alongamento. Por ocasião do espigamento, o sistema radicular permanente estará completamente estabelecido. Normalmente, formam-se, ainda, algumas raízes adventícias acima da superfície do solo, a partir do primeiro ou do segundo nó da planta.

Folhas

O desenvolvimento das folhas inicia-se com a emissão de uma pseudofolha, denominada coleóptilo. Esta estrutura tem a função de proteger o desenvolvimento do mesocótilo, a região da coroa e a emissão da plúmula, que é a primeira folha.

As plantas de trigo têm, em geral, 5 a 6 folhas, correspondendo ao número de nós. Contudo, variações de 4 a 9 folhas são frequentes. Cada folha é composta pela bainha, lâmina, lígula e um par de aurículas na base da lâmina. A disposição é alternada, formando ângulos de 180° entre uma folha e outra, até a última (folha bandeira) (Figura 4).

Tamanho, número, forma, posição, cerosidade e outras características das folhas são fatores importantíssimos na caracterização e descrição de cultivares de trigo.

Colmo

Normalmente é oco, cilíndrico e com 4 a 7 entrenós (Figura 2). Os entrenós têm comprimento variável, aumentando da base ao ápice da planta até o pedúnculo, que é a porção do colmo que vai do último nó até a base da espiga. A altura da planta também é variável entre genótipos e para um mesmo genótipo, em ambientes diferentes.

Na fase de afilhamento, aproximadamente 15 dias após a germinação, são emitidos novos colmos (afilhos), envolvidos em estruturas foliares denominadas prófilos (normalmente inseridas nos nós da coroa). Após o afilhamento, o colmo alonga-se rapidamente pois, na base de cada entrenó, há uma região de crescimento com tecido meristemático.

Por ocasião do enchimento dos grãos, os nutrientes estocados no colmo e nas folhas são particularmente importantes porque são translocados para a espiga.

Inflorescência

A inflorescência do trigo é uma espiga composta, dística, formada por espiguetas alternadas e opostas no ráquis (Figura 5). Existe uma grande variação em relação à densidade, forma, comprimento e largura da espiga. Considerando estes aspectos, podem ser formados quatro tipos básicos de espiga: fusiforme, clavada, elíptica e oblonga (Figura 6).

Cada espigueta é constituída por flores (3 a 9) dispostas alternadamente e presas à ráquila. Normalmente, as flores superiores da espigueta são estéreis ou imperfeitas. Na base da espigueta estão duas brácteas que recebem o nome de glumas, e que têm a função de proteger as flores de cada espigueta. A forma, o tamanho e outras características da gluma são importantes botanicamente, pois auxiliam na diferenciação entre cultivares. Cada flor é constituída por uma lema (com ou sem arista) e uma pálea. Entre a lema e a pálea estão o estigma (plumoso e bipartido) e as três anteras. Na antese (após a fertilização), as flores abrem-se e expulsam as anteras (extrusão das anteras), e a partir daí ocorre a formação dos grãos.

O grão maduro

O grão do trigo, chamado cariopse, é pequeno (6 a 7 milímetros), seco e indeiscente. Forma-se apenas um grão a partir de cada flor. Pode variar em forma, em comprimento e em largura (Figura 7).

Dureza do grão, rendimento de farinha, qualidade panificativa e quantidade de proteína variam com as cultivares e podem variar, também, com o ambiente. Normalmente, o conteúdo de proteína está ao redor de 12%, podendo variar de 6% a 20%.

Descritores de trigo para proteção - Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade - DHE

A descrição de cultivares de trigo deve seguir a Instrução Normativa nº 35, do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa (BRASIL, 2008). Na execução dos ensaios de Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade - DHE, cada ensaio incluirá no mínimo 2.000 plantas, dividido em duas ou mais repetições, em densidade normal de semeadura recomendada para a região de adaptação da cultivar, e será conduzido em condições que assegurem o desenvolvimento normal das plantas. Se forem conduzidas avaliações de espiga por fileira, pelo menos 100 fileiras de espigas deverão ser observadas. O tamanho das parcelas deverá ser tal que plantas, ou partes de plantas, possam ser retiradas para medições e contagens, sem prejuízo das observações que deverão ser feitas no final do período de desenvolvimento. Parcelas separadas, para observações e medições, somente poderão ser usadas se tiverem sido submetidas a condições ambientais similares.

Os ensaios serão conduzidos por, no mínimo, dois períodos similares de cultivo, em região de adaptação da cultivar, e conduzidos na mesma área experimental e nas mesmas épocas de semeadura. Se alguma característica importante da cultivar não puder ser observada naquele local, a cultivar poderá ser avaliada em um local adicional. Avaliações adicionais para fins especiais poderão ser estabelecidas.

Todas as observações para determinação de distinguilidade e de estabilidade deverão ser feitas em, no mínimo, 20 plantas ou partes de 20 plantas. Na determina-

ção por avaliação visual da homogeneidade de características, observadas em parcelas instaladas em densidade normal de semeadura, o número de plantas, ou partes de plantas atípicas, não deverá exceder 5 em 2.000. Na determinação, por avaliação visual, da uniformidade de características

em espigas por fileira, o número de fileiras com plantas, ou partes de plantas atípicas, não deverá exceder 3 em 100. Os descritores de trigo em uso no Brasil são, em sua maioria, semelhantes àqueles adotados pela UPOV (*International Union for the Protection of New Varieties of Plants*) (Tabela 3).

Tabela 3. Principais descritores de trigo utilizados no Brasil.

1. Planta - hábito vegetativo: ereto; semi-ereto; intermediário; semi-prostrado; prostrado.
2. Planta - frequência de plantas com folha bandeira recurvada: ausente ou muito baixa; baixa; média; alta; muito alta.
3. Folha bandeira: posição ereta; semi ereta; intermediária; pendente; muito pendente.
4. Folha bandeira - pigmentação antocianínica: presente; ausente; heterogênea.
5. Folha bandeira - intensidade da pigmentação antocianínica das aurículas (para cultivares com pigmentação): fraca; média; forte.
6. Ciclo emergência ao espigamento: muito precoce; precoce; médio; tardio; muito tardio.
7. Folha bandeira - cerosidade da bainha: ausente ou muito fraca; fraca; média; forte; muito forte.
8. Espiga - cerosidade: ausente ou muito fraca; fraca; média; forte; muito forte.
9. Colmo – cerosidade do pedúnculo: ausente ou muito fraca; fraca; média; forte; muito forte.
10. Planta – comprimento das aristas: muito curto; curto; médio; longo; muito longo.
11. Colmo – diâmetro: fino; médio; grosso.
12. Colmo – espessura das paredes: fina; média; grossa.
13. Espiga – comprimento (excluídas barbas e aristas): muito curta; curta; média; longa; muito longa.
14. Espiga – forma: piramidal; oblonga; semi-clavada; clavada; fusiforme.
15. Espiga – coloração: branca; colorida.
16. Espiga – densidade: muito baixa; baixa; média; alta; muito alta.
17. Aristas e barbas – presença: mútica (sem aristas e barbas); apical (somente barbas); aristada.
18. Aristas e barbas – comprimento a partir do ápice da espiga: muito curta; curta; média; longa; muito longa.
19. Gluma – comprimento: curta; média; longa.
20. Gluma – largura: estreita; média; longa.
21. Gluma – pilosidade: ausente; presente.
22. Gluma – forma do ombro: inclinado; reto; elevado.
23. Gluma – comprimento do dente: curto; médio; longo.
24. Gluma – forma do dente: reta; curvada; geniculada.
25. Grão – comprimento: curto; médio; longo.
26. Grão – forma: ovalada; elíptica; truncada.
27. Grão – coloração: branca; vermelha clara; vermelha escura.
28. Planta – ciclo: emergência à maturação: muito precoce; precoce; médio; tardio; muito tardio.
29. Grupo bioclimático: inverno; alternativo; primavera.

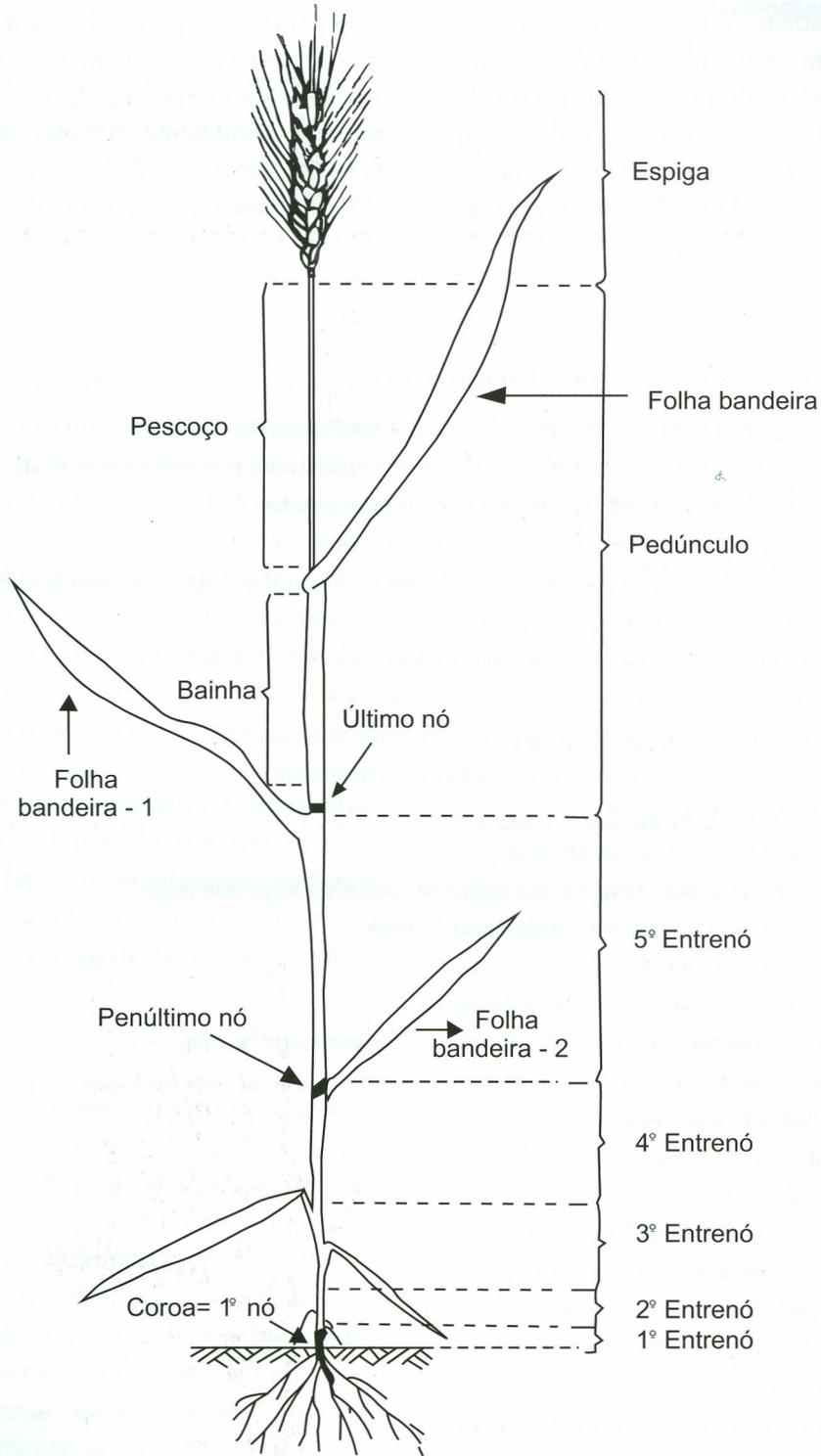


Figura 2. Planta de trigo e seus componentes.

Fonte: Scheeren (1980).

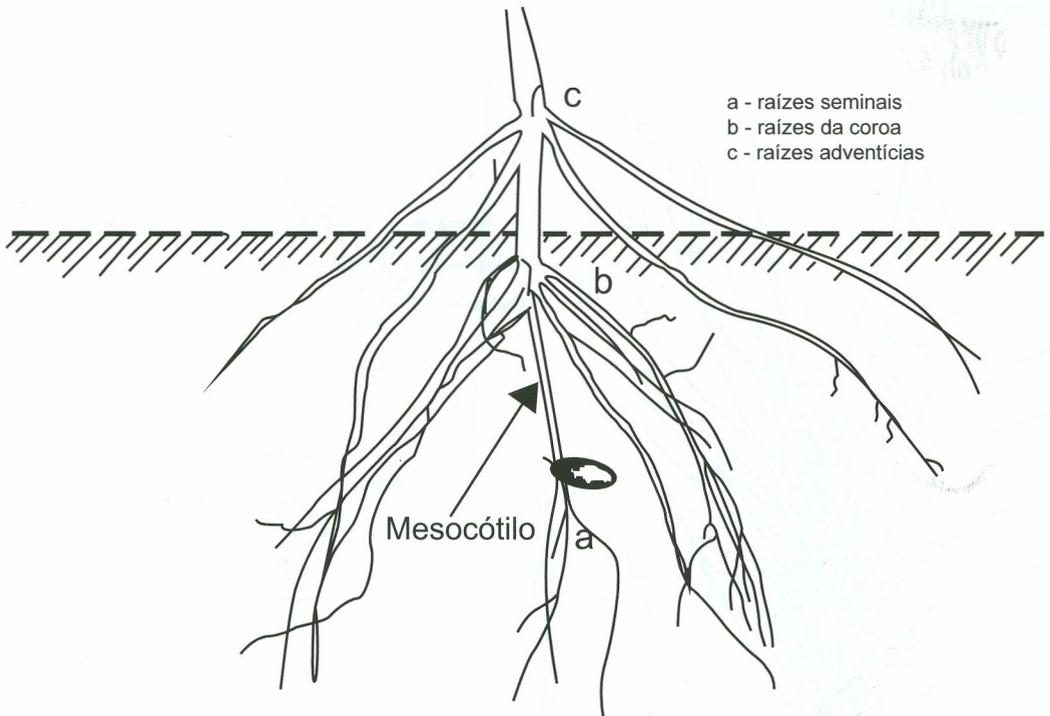


Figura 3. Sistema radicular da planta de trigo.

Fonte: Scheeren (1986).

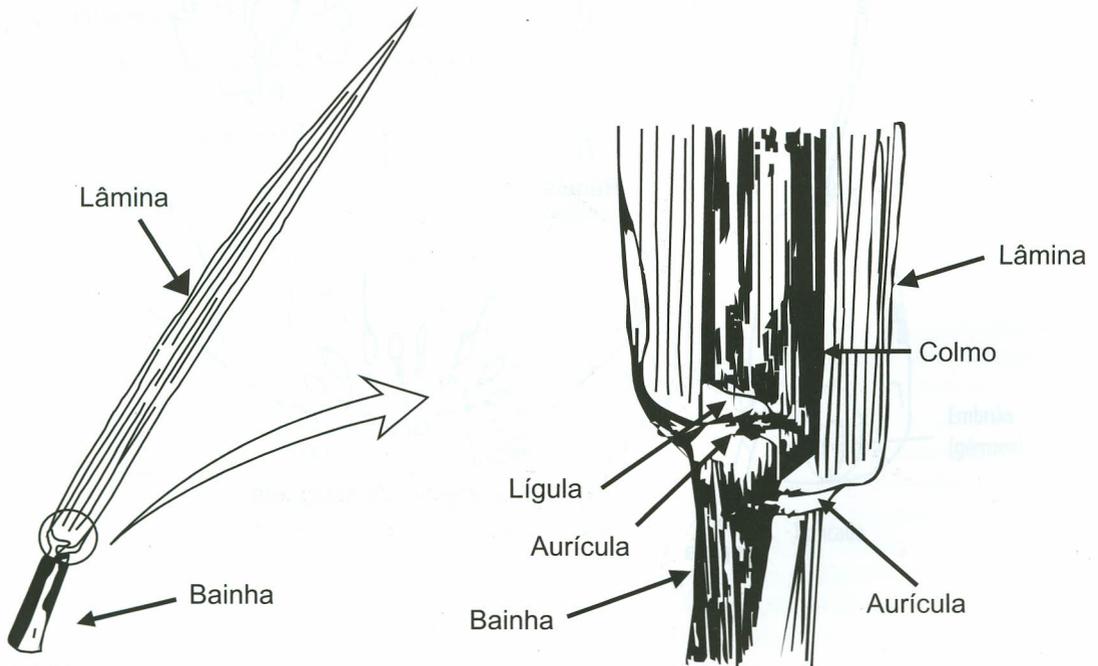


Figura 4. Folha da planta de trigo.

Fonte: Scheeren (1984).

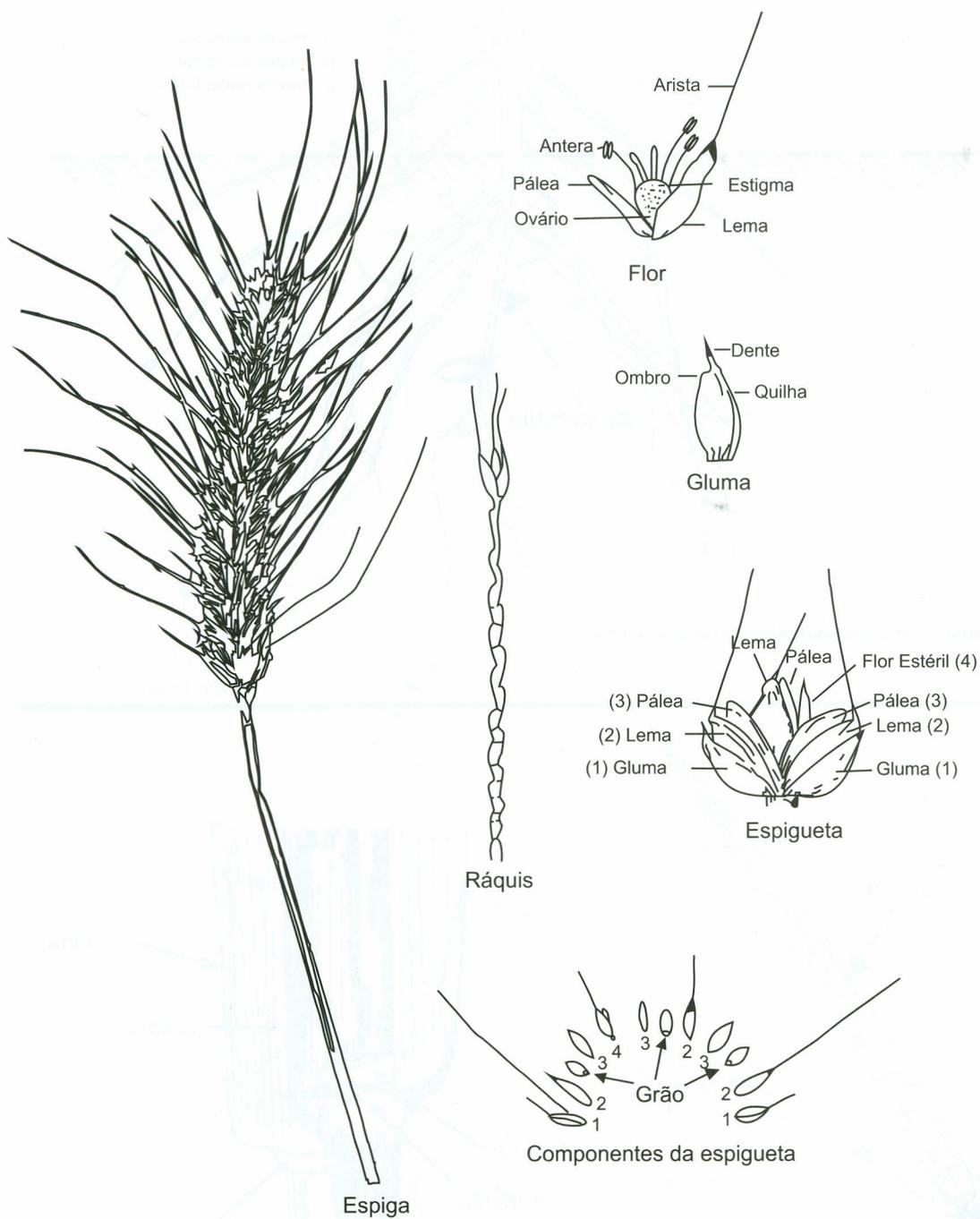


Figura 5. Espiga de trigo e seus componentes.

Fonte: Scheeren (1984).

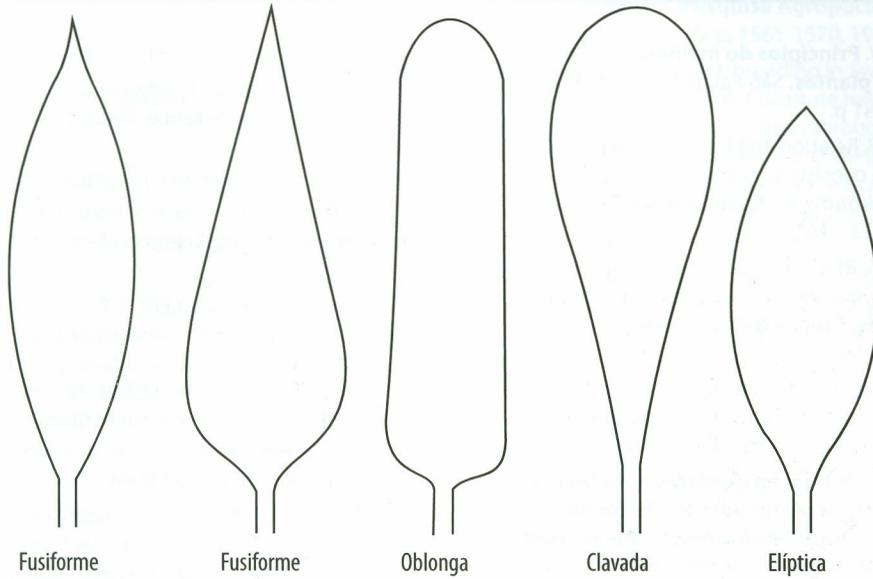


Figura 6. Forma da espiga de trigo.

Fonte: Scheeren (1984).

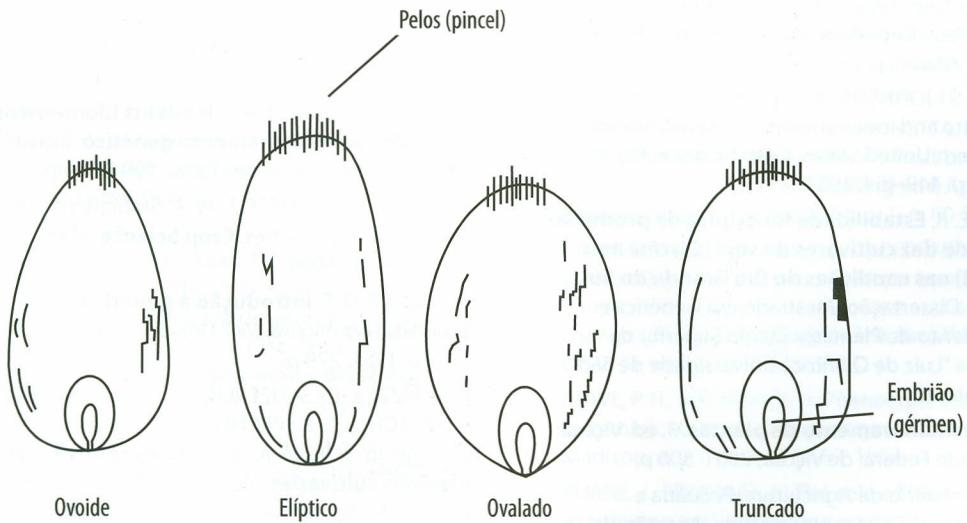


Figura 7. Forma dos grãos de trigo.

Fonte: Scheeren (1984).

Referências

- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda, 1971. 381 p.
- ALLARD, R. W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. **Crop Science**, Madison, v. 1, n. 2, p. 127-133, 1961.
- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-507, 1964.
- ALTMAN, D. W.; BUSCH, R. H. Random intermating before selection in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1085-1089, 1984.
- ARANTES, N. E. **Interação genótipo x ambiente e estudo de alternativas para a seleção de variedades de soja (*Glycine max* L. Merrill) com base em testes regionais**. 1979. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ARANTES, N. E.; REZENDE, A. M. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de dezesseis variedades de soja (*Glycine max* L. Merrill) em Uberaba, MG. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília, DF. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. v. 1, p. 15-22. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 1).
- BAKER, R. J. Genotype x environment interactions in yield of wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 79, n. 6, p. 743-751, 1978.
- BEAVER, J. S.; JOHNSON, R. R. Yield stability of determinate and indeterminate soybeans adapted to the Northern United States. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 3, p. 449-454, 1981.
- BONATO, E. R. **Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] nas condições do Rio Grande do Sul**. 1978. 75 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BOREM, A. **Melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 500 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Instrução Normativa nº 35. Descrição de cultivares de trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de jun. 2008. Seção 1, p. 35.
- BREESE, E. L. The measurement and significance of genotype by environment interactions in grasses. **Heredity**, Edinburgh, v. 24, n. 1, p. 27-44, 1969.
- BRIM, C. A. A modified pedigree method of selection in soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 3, p. 220-231, 1966.
- BUSCH, R. H.; HAMMOND, J.; FROMBERG, R. C. Stability and performance of hard red wheat bulks for grain yield. **Crop Science**, Madison, v. 16, n. 3, p. 256-259, 1976.
- CAETANO, V. da R.; SCHEEREN, P. L.; COMEAU, A. Enfoque sistêmico no melhoramento permite solução simultânea e acelerada de múltiplos problemas. In: SIMPÓSIO SOBRE INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE CIENTÍFICA NA EMBRAPA, 1., 2008, Brasília, DF. **Resumos...** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 1 CD-ROM.
- CLAY, R. E.; ALLARD, R. W. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations. **Crop Science**, Madison, v. 9, n. 4, p. 407-412, 1969.
- COMSTOCK, R. E.; MOLL, R. H. Genotype x environment interactions. Statistical and plant breeding. **National Academy of Sciences**, Washington, v. 82, n. 2, p. 164-196, 1963.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2011**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 390 p.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279 p.
- FEDERIZZI, L. C.; SCHEEREN, P. L.; BARBOSA NETO, J. F.; MILACH, S. C. K.; PACHECO, M. T. Melhoramento do trigo. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 535-571.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. Ames: Macmillan Publishing Company, 1987. v. 1.
- FERNANDES, J. S. C. **Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na região Central do Brasil**. 1988. 94 f. Dissertação (Mestrado

- em Genética e Melhoramento) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 14, n. 6., p. 742-754, 1963.
- FRANCIS, T. R.; KANNENBERG, L. W. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 58, n. 6, p. 1029-1034, 1978.
- HANSON, W. D. The breakup of initial linkage blocks under selected mating systems. **Genetics**, v. 44, p. 857-868, 1992.
- JOWETT, D. Yield stability parameters for sorghum in East África. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 3, p. 314-317, 1972.
- KNIGHT, R. The measurement and interpretation of genotype environment interactions. **Euphytica**, Wageningen, v. 19, n. 2, p. 225-235, 1970.
- LAGOS, M. B. **História do melhoramento do trigo no Brasil**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1983. 79 p. (IPAGRO. Boletim técnico, 10).
- LEITE, A. C. S. **Adaptabilidade, estabilidade, heterose e avaliação de metodologias alternativas de seleção recorrente recíproca com famílias de irmãos completos em milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 118 f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-899, 1986.
- LOFFLER, C. M.; SALABERRY, M. T.; MAGGIO, J. C. Stability and genetic improvement of maize yield in Argentina. **Euphytica**, Wageningen, v. 35, n. 2, p. 449-458, 1986.
- MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de cana de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, v. 13, n. 1/4, p. 405-412, 1976.
- MARSHALL, D. R.; BROWN, A. H. D. Stability of performance of mixtures and multiines. **Euphytica**, Wageningen, v. 22, n. 2, p. 405-412, 1973.
- MORAIS, O. P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 1980. 70 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NEDEL, J. Progreso genético no rendimento de grãos de cultivares de trigo lançadas para cultivo entre 1940 e 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 1565-1570, 1994.
- NILSSON-EHLE, H. Plant-breeding in Sweden. Pionner work of the Svalof Institute has resulted in revolution in breeding methods throughout the world - the theory and practice of pedigree cultures - hybridizing now being taken up - new varieties put in the trade. **Journal of Heredity**, Washington, v. 5, n. 7, p. 281-296, 1914.
- ORTIZ, R.; BRAUN, H. J.; CROSSA, J.; CROUCH, J. H.; DAVENPORT, G.; DIXON, J.; DREISGACKER, S.; DUVEILLER, E.; HE, Z.; HUERTA, J.; JOSHI, A. K.; KISHII, M.; KOSINA, P.; MANES, Y.; MEZZALAMA, M.; MORGOUNOV, A.; MURAKAMI, J.; NICOL, J.; FERRARA, G. O.; MONASTERIO, I. O.; PAYNE, T. S.; PEÑA, J.; REYNOLDS, M. P.; SAYRE, K. D.; SHARMA, R. C.; SINGH, R. P.; WANG, J.; WARBURTON, M.; WU, H.; IWANAGA, M. Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 55, n. 7, p. 1095-1140, 2008.
- OSÓRIO, E. A. (Coord.). **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 2 v.
- PATTO RAMALHO, M. A.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 326 p.
- RIEDE, C. R.; BARRETO, J. N. Estudo da estabilidade de cultivares de trigo recomendadas para as regiões Norte e Nordeste do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 227-242.
- RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; BRUNETTA, D.; ALCOVER, M. Twenty six years of wheat breeding activities at IAPAR. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 60-71, 2001.
- RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 6, p. 817-825, 2007.
- ROWE, P. R.; ANDREW, R. H. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 6, p. 563-567, 1964.
- RUANE, J.; SONNINO, A. **The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources**. Rome: FAO, 2006. 187 p.
- SANTOS, F.; CARVALHO, F. I. F. Estimativa da seleção para caracteres de importância agronômica em gerações segregantes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 219-236, 1977.

SANTOS, J. B. **Estabilidade fenotípica e cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas**. 1980. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCHEEREN, P. L. **Componentes da estatura de planta e herança do caráter comprimento do pedúnculo em trigo (*Triticum aestivum* L.)**.

1980. 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SCHEEREN, P. L. **Informações sobre o trigo (*Triticum* spp.)**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 2).

SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* spp.) e Triticale (*Triticosecale* sp.)**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. 32 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 9).

SKOVMAND, B.; RAJARAM, S.; RIBAUT, J.M.; HEDE, A.R. Wheat genetic resources. In: CURTIS, B. C.; RAJARAM, S.; GÓMEZ MACPHERSON, H. (Ed.). **Bread wheat: improvement and production**. Rome: FAO, 2002. p. 89-102. (FAO. Plant production and protection, 30).

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo da Embrapa indicadas para cultivo no Brasil de 1975 a 2001**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 44 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2).

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 138 p.

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil. I – cultivares disponíveis antes de 1950**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. 34 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 24).

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil. II – Cultivares de sigla IAS**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. 48 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 30).

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo no Brasil. V – Cultivares estrangeiras não renomeadas no Brasil e indicadas para cultivo após 1970**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 64 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 42).

SOUSA, C. N. A. de. **Cultivares de trigo recomendadas no Brasil - 1922 a 1992**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 82 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 16).

SOUSA, C. N. A. de; DEL DUCA, L. de J. A. **Cultivares de trigo no Brasil. III – Cultivares desenvolvidas pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2000. 64p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 18).

SOUZA, M. A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) em doze ambientes de Minas Gerais**. 1985. 118 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

STAM, P.; ZEVEN, A. C. The theoretical proportion of the donor genome in near-isogenic lines of self-fertilizers bred by backcrossing. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, n. 2, p. 227-238, 1981.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 2, p. 184-190, 1971.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VENCOVSKY, R.; PEREIRA, M. B.; CRISÓSTOMO, J. R.; FERREIRA, M. A. J. F. Genética e melhoramento de populações mistas. In: NASS, L. L.; VALLOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-601.

ZEVEN, A. C.; KNOTT, D. R.; JOHNSON, R. Investigation of linkage drag in near isogenic lines of wheat by testing for seedling reaction to races of stem rust, leaf rust and yellow rust. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 2, p. 319-332, 1983.