

# 1

## Origem, Evolução e Melhoramento Genético



*Eduardo Caierão  
Pedro Luiz Scheeren  
Ricardo Lima de Castro  
Márcio Só e Silva*

## 1 Qual é a origem do trigo?



O trigo é uma gramínea originada no sudoeste da Ásia, numa região denominada Crescente Fértil, e sua história está diretamente ligada ao desenvolvimento da civilização humana. A domesticação desse cereal foi iniciada há, aproximadamente, 10 mil anos, contribuindo para a alteração do sistema de vida nômade e no estabelecimento dos primeiros povoados.

## 2 Quando e onde o trigo começou a ser cultivado no Brasil?

A história do trigo no Brasil nasceu no século 16, junto com sua colonização. Segundo o historiador Gomes do Carmo, esse cereal foi introduzido no País em 1534, por Martin Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente, no atual Estado de São Paulo. Relatos sobre a existência de cultivo de trigo no território brasileiro datam desse período, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Mais tarde, esse cereal também passou a ser cultivado em Minas Gerais e na Bahia, bem como nas províncias do Sul.

Em 1627, o padre Roque Gonzales de Santa Cruz, em relatório dirigido ao Provincial da Companhia de Jesus (ordem dos jesuítas), relatou ter encontrado cerca de 20 mil índios que cultivavam trigo no Rio Grande do Sul.

## 3 Qual é a classificação taxonômica do trigo cultivado?

Segundo Piana e Carvalho (2008), a classificação botânica do trigo é a seguinte:

Família: Poaceae

Gênero: *Triticum*

Espécie: várias, principalmente *Triticum aestivum* L.

#### 4 Quais são as principais espécies de trigo existentes no mundo?

As espécies de trigo se caracterizam por possuir diferentes números de cromossomos, podendo-se agrupá-las principalmente em:

- Trigos Hexaploides (número básico de cromossomos x 6): *Triticum aestivum* e *Triticum spelta* (considerado, muitas vezes, uma subespécie de *T. aestivum*, pela similaridade genética).
- Trigos Tetraploides (número básico de cromossomos x 4): *Triticum durum* e *Triticum dicoccon*.
- Trigos Diploides (número básico de cromossomos x 1): *Triticum monococcum*.

Dessas espécies descritas, somente *Triticum aestivum* e *Triticum durum* possuem importância comercial atualmente.

#### 5 O que é melhoramento genético do trigo?

É uma ciência que tem como objetivo melhorar as características de plantas ou animais em diferentes atributos, uma vez que se vale de métodos científicos para sua execução; e ao mesmo tempo é uma arte, porque depende da visão empírica dos melhoristas a partir de sua experiência para selecionar plantas.

Existem diversos métodos de melhoramento que podem ser usados para trigo. Normalmente, desde o cruzamento até a criação de uma nova cultivar, passam-se de 10 a 12 anos, o que demonstra a complexidade dessa atividade profissional.

#### 6 Quando as atividades de melhoramento de trigo tiveram início, no Brasil?

No Brasil, o melhoramento genético de trigo iniciou em 1919, com a criação, pelo Ministério da Agricultura, das estações experimentais em Alfredo Chaves, RS (atual Veranópolis) e em Ponta Grossa, PR.

Contudo, antes disso, em 1914, o engenheiro químico Jorge Polyssú, selecionou, no Paraná, dois sacos de trigo, adquiridos em Guaporé, RS, constituindo a cultivar Polyssú, que representa um marco histórico no melhoramento desse cereal no País.

## **7 Quais são as principais contribuições do melhoramento genético de trigo no Brasil?**

No rendimento de grãos, por exemplo, somente nas últimas 3 décadas, a produtividade média do cereal triplicou no País. Esse avanço não é consequência apenas do componente genético. Avanços importantes ocorreram também com relação à:

- Tolerância à acidez do solo.
- Resistência às principais doenças do trigo.
- Qualidade tecnológica de grãos para diferentes usos.

Com relação às características morfológicas, atualmente o tipo de planta desejado é muito diferente daquele obtido no início do século passado. As cultivares atuais apresentam:

- Estatura de planta baixa.
- Ciclo mais precoce.
- Folhas mais eretas.
- Maior tolerância ao acamamento.

## **8 Quais são os principais métodos de melhoramento usados para se obter cultivares de trigo?**

Os principais métodos são:

- Genealógico.
- Massal.
- Massal modificado.
- Populacional.

O principal deles é o método genealógico e baseia-se na seleção das melhores plantas dentro de uma parcela. Isso ocorre por vários anos, até se obter uma nova cultivar.

## 9 Que cultivares de trigo desenvolvidas no Brasil merecem destaque?

Muitas cultivares de trigo foram importantes nos diferentes períodos de desenvolvimento dessa cultura no País. A Tabela 1 mostra algumas dignas de destaque:

**Tabela 1.** Cultivares de trigo com importância destacada na história do melhoramento genético no Brasil (1920–2013).

Década	Genótipo
Sem informação	Polyssú
1920	Alfredo Chaves 6-21
1930	Trintecinco
1940	Frontana
1950	BH 1146
1960	IAS 20-Iassul / IAC 5-Maringá
1970	Sonora 64
1980	Alondra, Trigo BR 23, Trigo BR 18 – Terena
1990	OR 1, Embrapa 16, CEP 24, BRS 179, Trigo BR 23, Trigo BR 18 – Terena, Embrapa 22, Embrapa 42, Rubi, Anauhac 75, Trigo BR 35, Embrapa 16, lapar 29, lapar 53
De 2000 a 2010	Ônix, BRS Guamirim, BRS 220, BRS 208, Trigo BR 18 – Terena, BRS 254, BRS 264, CD 104, Mirante, Safira, Fundacep 52, Pampeano, BRS 49, lapar 53, lapar 78, IPR 85
De 2011 a 2013	Quartzo, Fundacep Raízes, TBIO Pioneiro, CD 104

## 10 Existe trigo híbrido?

Sim. Apesar de não existir trigo híbrido no Brasil, existem trigos híbridos no mundo. O custo para geração de uma cultivar de trigo híbrido é superior ao custo de cultivares tradicionais. Além disso, o incremento de produtividade de grãos decorrente do vigor híbrido deve ser suficiente para compensar esses custos adicionais.

## 11 O que é trigo “peladinho”?



É uma definição popular referente às cultivares de trigo desprovidas de arista. O termo técnico para esse tipo de cultivar é trigo mútico. As cultivares de trigo “peladinhas” ou múticas não são muito comuns no Brasil. Entretanto, as cultivares BRS Umbu e MGS Brilhante apresentam essa característica e são recomendadas para as regiões Sul-brasileira e Cerrado (regime sequeiro), respectivamente.

## 12 O que é trigo mourisco?

É um cereal rico em nutrientes e fibras e, diferentemente do trigo comum (*Triticum aestivum* L.), não tem glúten. Ele pertence à espécie *Fagopyrum esculentum*. É também chamado de trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) e contém mais proteína que o arroz, o trigo ou o milho.



## 13 Quais são as características da planta de trigo?

A planta de trigo é uma gramínea e seu sistema radicular é fasciculado, fazendo com que brotem inúmeros afillhos associados à planta-mãe, conforme as condições de solo e de clima. Espécie anual autógama (de autofecundação), o trigo é classificado como cultura de primavera, de inverno ou facultativa, conforme sua exigência em fotoperíodo e em temperatura.

A planta possui de 6 a 9 folhas e sua inflorescência é denominada espiga. O ciclo do trigo varia muito, conforme o grupo bioclimático e o componente genético das cultivares. No Brasil, a amplitude média é de 100 a 160 dias, da semeadura até a maturação.

#### 14 O que é uma planta moderna de trigo?

É a planta de uma cultivar moderna com as seguintes características:

- Estatura baixa.
- Colmo resistente.
- Elevada capacidade de afilamento.
- Folhas curtas e eretas.
- Resistência/tolerância aos principais estresses bióticos e abióticos da cultura.
- Potencial elevado de rendimento de grãos.
- Estabilidade no padrão de qualidade tecnológica (pães, biscoitos, massas, massas, etc.).



Obviamente, o agrupamento de todas essas características numa cultivar não é fácil de se obter. Por isso, o objetivo passa a ser reunir o maior número dessas características numa mesma cultivar.

#### 15 Quais são as principais diferenças entre trigo de primavera e trigo de inverno?

Trigos de primavera são aqueles em que a transição entre as fases vegetativa e reprodutiva não é acelerada (ou pouco afetada) pela vernalização. Já os trigos de inverno são aqueles que não possuem alelos dominantes da série de genes *Vrn-1* (*Vrn-A1*, *Vrn-B1* e *Vrn-D1*), necessitando de um tempo de exposição a temperaturas relativamente baixas (processo de vernalização) para florescer, ainda que sob condição de dias longos.

**16 Quais são as diferenças entre trigos duros europeus e as cultivares utilizadas no Brasil?**

Conforme exposto na Pergunta 4, existe uma espécie de trigo denominada *Triticum durum*, tetraploide, que embora seja usada essencialmente, na produção de massas – e muito comum na Europa e em outros países –, não é cultivada no Brasil.

Nossa área de produção desse cereal usa a espécie *Triticum aestivum*, hexaploide, que pode ou não, conforme a cultivar, apresentar grão de textura dura. Assim, existem diferenças entre as espécies em si e entre a textura do grão propriamente dita.

**17 Atualmente, quais as características são buscadas no melhoramento genético de trigo?**

Os objetivos de um programa de melhoramento podem variar conforme a instituição obtentora e a região para a qual a cultivar está sendo gerada. Geralmente, as principais características buscadas são:

- Incremento no rendimento de grãos.
- Cultivares com perfil de qualidade de uso final estável.
- Resistência/tolerância aos principais estresses bióticos e abióticos.
- Identificar genótipos com bom ideotipo de planta: estatura baixa, precocidade, folhas curtas e eretas, colmo resistente ao acamamento e boa capacidade de perfilhamento.

**18 Qual é o atual potencial produtivo das cultivares de trigo brasileiras?**

O potencial de rendimento de grãos das cultivares de trigo brasileiras varia conforme a região e o regime de cultivo. No Sul do Brasil, por exemplo, o atual potencial das cultivares chega a 7 t/ha, em parcelas experimentais.



Em lavouras comerciais, esse potencial dificilmente é alcançado mas, frequentemente, encontram-se lavouras com rendimentos superiores a 5 t/ha.

Para a região do Cerrado, há particularidades importantes a serem consideradas. Sob regime irrigado, o potencial de rendimento de grãos observado nos ensaios de competição de linhagens chega a 8 t/ha ou 9 t/ha. Por sua vez, sob regime de sequeiro, o potencial é bem inferior, girando em torno de 3 t/ha a 4 t/ha.

**19      É possível desenvolver resistência genética à giberela na cultura do trigo?**

É possível obter genótipos de trigo com maior tolerância ou menor suscetibilidade à giberela. Entretanto, para isso, é necessário identificar fontes de resistência em germoplasma do cereal e transferi-las para as cultivares atuais, via melhoramento genético do cereal.

**20      Como se encontra o melhoramento genético relacionado à resistência à giberela e à brusone?**

No que diz respeito à resistência à giberela e à brusone, pequenos avanços genéticos têm sido obtidos, apesar dos esforços e investimentos realizados na pesquisa. Existem poucas fontes de resistência conhecidas e, na maioria das vezes, as que existem fazem parte de constituições genéticas (genótipos) antigas, com aspectos agrônômicos de planta ultrapassados, necessitando de um trabalho de pré-melhoramento para a incorporação desses genes de resistência.

**21      Por que uma cultivar é considerada resistente a determinada doença, durante um período, e depois passa a apresentar suscetibilidade?**

A planta de trigo e os patógenos (principalmente fungos e bactérias) estão em constante interação. Uma cultivar de trigo é

resistente a determinada doença, quando a planta possui um ou vários genes que confere essa reação. Entretanto, os fungos e demais patógenos estão em constante evolução e mutação, determinando o surgimento de novas raças capazes de infectar a planta.

Na relação planta *versus* patógeno, o patógeno leva vantagem em termos de mutações, já que seu processo reprodutivo é mais rápido que o do vegetal. Assim, é difícil uma cultivar classificada como “resistente” a uma doença permanecer com essa classificação por muito tempo.

## **22 Como se classificam as cultivares de trigo, quanto ao ciclo?**

A classificação é feita com base na comparação entre cultivares já existentes e algumas referências (cultivares superprecoces e tardias). Atualmente, as classes usadas para caracterizar o ciclo do trigo são:

- Superprecoce.
- Precoce.
- Médio.
- Semitardio.
- Tardio.

Esse agrupamento pode variar conforme a região em que a cultivar estiver sendo semeada. Por exemplo, uma mesma cultivar poderá apresentar ciclos distintos quando semeada no Sul do Brasil e no Cerrado. Como referência, na região Sul, cultivares superprecoces têm ciclo total de 120 dias (em média), enquanto as de ciclo tardio, de 150 a 160 dias.

## **23 Existe alguma recomendação da pesquisa, relativa a cultivares de trigo tolerantes à seca?**

Cultivares tolerantes à seca são aquelas que toleram volumes menores de água durante seu ciclo de desenvolvimento, mas não podem ser cultivadas sem água. Dentre as indicações atuais, para

cultivo em regime de sequeiro, na região do Cerrado, a BR 18 tem apresentado melhores respostas ao longo dos anos.

Como recomendação de pesquisa, é importante conhecer a melhor época de semeadura para a região e o histórico de precipitação, para obter melhores resultados de produtividade.

**24 Uma cultivar de trigo, indicada para condição de sequeiro, pode ser empregada para cultivo irrigado?**

Não há impedimento legal para o uso de uma cultivar de sequeiro em cultivo irrigado. Contudo, elas foram selecionadas e desenvolvidas para condições diferentes de cultivo. Assim, cultivares de trigo irrigado tendem a apresentar maior potencial produtivo sob irrigação em relação às desenvolvidas para condição de sequeiro e adaptadas para o sistema irrigado.

**25 Como se classificam cultivares de trigo, quanto às classes comerciais?**

No Brasil, a classificação de aptidão tecnológica (destino em termos de produto final) das cultivares de trigo segue a Instrução Normativa 38, de 30 de novembro de 2010, publicada no *Diário Oficial da União* em 1º/12/2010 (BRASIL, 2010). Essa norma estabelece os padrões de produto para comercialização do trigo no País.



Do ponto de vista da aptidão tecnológica do trigo destinado à moagem e outras finalidades, nesta normativa são definidas classes com base em valores mínimos a serem observados em três parâmetros de qualidade:

- Força de glúten.
- Relação tenacidade/extensibilidade (P/L).
- Número de queda (NQ).

Cada obtentor define a classificação indicativa de sua cultivar por região tritícola, com base em dados desses parâmetros apresentados pela cultivar em amostras analisadas. O Capítulo 14, *Qualidade Tecnológica de Trigo*, contém informações detalhadas sobre esse tema.

## 26 O que é germoplasma?

É o conjunto de material genético de uma espécie que reúne grande variabilidade de genes para uso em pesquisa, especialmente quando se trata de melhoramento genético e biotecnologia. O germoplasma é armazenado em unidades conservadoras de material genético de uso imediato ou com potencial de uso futuro.

O germoplasma pode ser conservado em bancos de base ou em bancos ativos. Os bancos de base são aqueles onde se conserva o germoplasma por longo prazo, em câmaras frias (conservação de 1 °C a -20 °C), in vitro (conservação de partes vegetais em meio de cultura de crescimento) ou em criopreservação (conservação em nitrogênio líquido a -196 °C), podendo até mesmo ficar longe do local de trabalho dos usuários do germoplasma que está sendo conservado ali.

Bancos ativos são aqueles que proporcionam conservação apenas em curto e em médio prazo, nos quais ocorre o intercâmbio de germoplasma e plantios frequentes para caracterização. Geralmente, ficam próximos aos pesquisadores, usuários do germoplasma.

## 27 Quais são os principais bancos de germoplasma de trigo no mundo e no Brasil?

No mundo, destacam-se os seguintes bancos de germoplasma:

- *N. Vavilov Research Institute of Plant Industry*, na Rússia.

- Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt), no México.
- Svalbard International Seed Vault, na Noruega.

No Brasil, os principais bancos de germoplasma de trigo estão localizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tanto na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS (banco ativo), como na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, DF (banco de base).

## **28 O que são ensaios de valor de cultivo e uso (VCU)?**

São ensaios conduzidos para registrar novas cultivares no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), permitindo que elas sejam disponibilizadas aos produtores e comercializadas.

Os ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) são de responsabilidade de cada instituição e devem obedecer aos critérios estabelecidos pelo Mapa e contemplar o planejamento e o desenho estatístico que permitam a observação, a mensuração e a análise dos diferentes caracteres das distintas linhagens, assim como a avaliação do comportamento e sua qualidade. VCU é o valor de combinação das características agrônômicas da cultivar com suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e/ou de consumo in natura.

## **29 Quantas cultivares de trigo estão registradas e quantas empresas atuam no melhoramento genético de trigo no Brasil?**

Conforme registros do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em 20 de abril de 2015, havia 242 cultivares de trigo registradas no Brasil, sendo 237 de *Triticum aestivum* e 5 de *Triticum durum*. Desde 1919 (início das atividades de melhoramento

de trigo no País), inúmeras empresas já atuaram no melhoramento genético de trigo no Brasil. Contudo, atualmente, podem-se destacar:

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
- Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL TEC) – adquirida pela Bayer CropScience, em 2015.
- Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec) – adquirida pela Dow Agrosience, em 2015.
- OR Melhoramento de Sementes Ltda.
- Biotrigo Genética.
- Instituto Agronômico do Paraná (Iapar).
- DNA Melhoramento Vegetal – adquirida pela Limagrain, em 2015.
- Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (Fepagro).
- Instituto Agronômico de Campinas (IAC), hoje em parceria com a Biotech do Brasil.

### 30 O que é proteção de cultivar e como funciona?

Proteger uma cultivar significa dizer que ela pertence a uma empresa e possui características especiais que a diferenciam das demais. Com isso, a empresa tem direito de cobrar *Royalties*, percentual calculado sobre o valor da semente para ser investido no desenvolvimento de novas cultivares. Uma cultivar só pode ser protegida, se houver comprovação de que ela é:

- Distinta (diferente das demais).
- Homogênea (ausência de plantas atípicas).
- Estável (não variar seu tipo de planta ao longo do tempo).

No caso do trigo, o tempo de proteção é de 15 anos. Depois desse período, a cultivar é considerada de domínio público e pode ser cultivada sem o pagamento de qualquer taxa (*royalty*). A proteção deve ser solicitada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC).

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 29, p. 2, 1 dez. 2010. Seção 1.

PIANA, C. F. de B; CARVALHO, F. I. F. de. Trigo: a cultura que deu suporte à civilização. In: BARBIERI, R. L; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Clima Temperado, 2008. 909 p.

## Literatura recomendada

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para cultivo de trigo e triticale – safra 2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 229 p.

SOUSA, C. N. A. de; CAIERÃO, E. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras – 1922 a 2014**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 200 p.