

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas

TRIGO



O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

Coleção ♦ 500 Perguntas ♦ 500 Respostas



O produtor pergunta, a Embrapa responde



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



O produtor pergunta, a Embrapa responde

*Claudia De Mori
Joseani Mesquita Antunes
Giovani Stefani Faé
Adão da Silva Acosta
Editores Técnicos*

Embrapa
*Brasília, DF
2016*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo

Rodovia BR-285, km 294
Caixa Postal 3081
99001-970 Passo Fundo, RS
Fone: (54) 3316-5800
Fax: (54) 3316-5802
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Trigo

Comitê de Publicações

Presidente

Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

Vice-Presidente

Leila Maria Costamilan

Membros

Anderson Santi

Genei Antonio Dalmago

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Sandra Maria Mansur Scagliusi

Tammy Aparecida Manabe Kiihl

Vladirene Macedo Vieira

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Selma Lúcia Lira Beltrão

Lucilene Maria de Andrade

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto

Francisco das Chagas Martins

Normalização bibliográfica

Marcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico da coleção

Mayara Rosa Carneiro

Editoração eletrônica

Júlio César da Silva Delfino

Arte-final da capa

Júlio César da Silva Delfino

Ilustrações do texto

Silvio Roberto Ferigato

Foto da capa

Paulo Odilon Kurtz

1ª edição

1ª impressão (2016): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Trigo : o produtor pergunta, a Embrapa responde / Claudia De Mori ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2016.

309 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ISBN 978-85-7035-549-2

1. Calagem. 2. Manejo. 3. Biotecnologia. 4. Colheita. I. De Mori, Claudia. II. Antunes, Joseani. III. Faé, Giovani Stefani. IV. Acosta, Adão da Silva. V. Embrapa Agroindústria Tropical. IV. Coleção.

CDD 633.11081

© Embrapa 2016

Editores técnicos

Adão da Silva Acosta

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Claudia De Mori

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia de Produção, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Giovani Stefani Faé

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Joseani Mesquita Antunes

Jornalista, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Autores

Alberto Luiz Marsaro Júnior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Biológicas/Entomologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Aldemir Pasinato

Analista de sistemas, especialista em produção de software, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Anderson Santi

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Antônio Faganello

Engenheiro mecânico, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Antônio Ricardo Panizzi

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Casiane Salete Tibola

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Claudia De Mori

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia de Produção,
pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Douglas Lau

Biólogo, doutor em Agronomia/Fitopatologia, pesquisador
da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Eduardo Caierão

Engenheiro-agrônomo, mestre em Melhoramento Genético Vegetal,
pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Elene Yamazaki Lau

Engenheira florestal, doutora em Genética e Melhoramento,
pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Eliana Maria Guarienti

Engenheira-agrônoma, doutora em Tecnologia de Alimentos,
pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS,

Fabiano Daniel De Bona

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas,
pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Flávio Martins Santana

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade/Fitopatologia,
pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Genei Antonio Dalmago

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Agrometeorologia,
pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Gilberto Rocca da Cunha

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Agrometeorologia,
pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Henrique Pereira dos Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador
da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

João Leodato Nunes Maciel

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador
da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

João Leonardo Fernandes Pires

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador
da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Joaquim Soares Sobrinho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Jorge Alberto de Gouvêa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Vegetal/Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Jorge Henrique Chagas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

José Antônio Portella

Engenheiro mecânico, doutor em Engenharia Mecânica, pesquisador aposentado da Embrapa, professor titular da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

José Eloir Denardin

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

José Mauricio Cunha Fernandes

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

José Pereira da Silva Júnior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas/Microbiologia do Solo, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

José Roberto Salvadori

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador aposentado da Embrapa, professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

Julio Cesar Albrecht

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Leandro Vargas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Matologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Leila Maria Costamilan

Engenheira-agrônoma, mestre em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Luiz Eichelberger

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Márcia Soares Chaves

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia/ Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Márcio Só e Silva

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Maria Imaculada Pontes Moreira Lima

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Martha Zavariz de Miranda

Farmacêutica bioquímica e industrial, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Mércio Luiz Strieder

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Biológicas/Entomologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Pedro Luiz Scheeren

Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Renato Serena Fontaneli

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Ricardo Lima de Castro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Sandra Maria Mansur Scagliusi

Bióloga, doutora em Biologia Vegetal/Fisiopatologia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Sandra Patussi Brammer

Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Sirio Wiethölter

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Química e Fertilidade do Solo, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Apresentação

Ao longo de décadas, pesquisas desenvolvidas por diversas instituições, em especial a Embrapa Trigo, têm propiciado avanços no conhecimento e no desenvolvimento e/ou na adaptação de várias tecnologias direcionadas à cultura do trigo, que permitiram o fomento e a consolidação do cultivo desse cereal no Brasil. Desse trabalho, resultaram tecnologias que envolvem a geração de novas cultivares, aumentando o rendimento e otimizando o atendimento aos padrões de qualidade tecnológica e sanidade; o estabelecimento de manejos de produção adaptados às peculiaridades das diferentes regiões produtoras tradicionais; e a expansão do cultivo em regiões tropicais.

Em linguagem conceitual simples e concisa e com ilustrações cartunizadas, esta publicação, tem como objetivo orientar e esclarecer dúvidas relacionadas ao cultivo de trigo no País. O conjunto de perguntas abrange indagações formuladas pela assistência técnica e pela extensão rural, dúvidas encaminhadas por usuários ao Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC) e questões frequentemente formuladas aos autores no exercício de suas atividades. *Trigo – 500 Perguntas 500 Respostas* contempla aspectos gerais e orientações práticas referentes aos principais temas envolvidos no sistema de produção do trigo:

- Evolução e melhoramento genético.
- Uso de biotecnologia.
- Produção de sementes.
- Aspectos de bioclimatologia.
- Manejos de solo.
- Manejo de adubação.
- Práticas de semeadura e manejo.
- Controle de plantas invasoras, doenças e pragas.
- Operações mecânicas de implantação, colheita e pós-colheita.

- Trigos de dupla aptidão, trigo tropical (de sequeiro e irrigado), qualidade tecnológica.
- Produção integrada e gestão da qualidade na pós-colheita.
- Aspectos comerciais e econômicos do complexo agroindustrial do trigo.

Com esta publicação, a Embrapa Trigo busca cumprir sua missão de transferir e difundir conhecimentos e tecnologias que promoverão o desenvolvimento da cultura do trigo no Brasil.

Boa leitura!

Sergio Roberto Dotto
Chefe-Geral da Embrapa Trigo

Sumário

| | | |
|-----------|---|-----|
| | Introdução..... | 13 |
| 1 | Origem, Evolução e Melhoramento Genético..... | 15 |
| 2 | Bioclimatologia e Zoneamento Agrícola..... | 31 |
| 3 | Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto..... | 59 |
| 4 | Calagem, Adubação de Base e Inoculação em Sementes..... | 85 |
| 5 | Semeadura, Práticas de Manejo e Adubação Nitrogenada em Cobertura..... | 105 |
| 6 | Manejo e Controle de Plantas Daninhas..... | 129 |
| 7 | Controle de Doenças..... | 139 |
| 8 | Manejo Integrado de Pragas..... | 165 |
| 9 | Mecanização, Colheita, Secagem e Armazenamento.... | 191 |
| 10 | O Trigo na Integração Lavoura-Pecuária..... | 215 |
| 11 | Trigo no Brasil Central..... | 229 |
| 12 | Biotecnologia..... | 237 |
| 13 | Produção de Sementes..... | 247 |
| 14 | Qualidade Tecnológica do Trigo..... | 263 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 15 | Produção Integrada e Gestão da Qualidade na Pós-Colheita | 283 |
| 16 | Aspectos Comerciais e Econômicos do Trigo | 297 |

Introdução

O trigo é uma cultura importante na composição de sistemas de produção agrícola sustentáveis, sendo alternativa indispensável para sucessão e rotação em sistemas de produção de grãos, hortaliças e fibras em algumas regiões, contribuindo na manutenção da capacidade produtiva do solo e no manejo integrado de pragas, doenças e de plantas invasoras.

Alimento fundamental na nutrição humana, o cultivo desse cereal apresenta peculiaridades e riscos por tratar-se de uma cultura de inverno. Conhecimento e aplicação de tecnologias adequadas para cada região de cultivo são necessários para garantir a qualidade do produto, rendimento potencial e retorno econômico. Sem esgotar o conteúdo, o objetivo desta publicação é esclarecer dúvidas relacionadas ao cultivo de trigo, além de contribuir na consolidação do trigo no País além de ampliar o conhecimento sobre seu cultivo e de garantir bom rendimento e qualidade compatíveis com a preservação do meio ambiente.

Em *Trigo 500 Perguntas – 500 Respostas*, agricultores, extensionistas, estudantes – e demais interessados no assunto – encontram quase tudo sobre essa cultura do trigo, desde planejamento e manejo ao longo do ciclo, até a pós-colheita. Também são abordados aspectos relacionados à obtenção de novas cultivares, ao uso de biotecnologia e à produção de sementes. O cultivo de trigo em regiões de Cerrado e o uso desse cereal na integração lavoura-pecuária são apresentados em tópico específico. Fiel aos padrões da Coleção 500 Perguntas – 500 Respostas e estruturada com esmero e eficiência, o conteúdo informativo desta obra resulta do esforço e da experiência acumulada em trabalhos conduzidos pelos pesquisadores e técnicos da Embrapa Trigo, ao longo de mais de 4 décadas de atuação na pesquisa sobre o cultivo de trigo.

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

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, Iapar 29, Iapar 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, Iapar 53, Iapar 78, IPR 85 |
| De 2011 a 2013 | Quartzo, Fundacep Raízes, TBIO Pioneiro, CD 104 |

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, 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 afilhos 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, mesclas, 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 agronômicos 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 superprecoce 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 Agrônômico 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 Agrônômico 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; CAIÃO, E. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras – 1922 a 2014**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 200 p.

2

Bioclimatologia e Zoneamento Agrícola



*Gilberto Rocca da Cunha
Aldemir Pasinato
João Leonardo Fernandes Pires
Genei Antonio Dalmago
Anderson Santi
Jorge Alberto de Gouvêa*

31

Quais são as fases do ciclo de desenvolvimento do trigo e como se relacionam com as variáveis do ambiente, especialmente climáticas?

O ciclo de desenvolvimento do trigo pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos.

A fase vegetativa inicia com a semeadura, uma vez que, tão logo ocorre a embebição da semente, começa a diferenciação de novos primórdios foliares no embrião (que já conta com 3 a 4 folhas iniciadas), e se estende até a iniciação floral, que marca o começo da fase reprodutiva (estádio de duplo-anel). Nessa etapa, no ponto de crescimento da planta (meristema apical), são diferenciados unicamente primórdios foliares.

A fase reprodutiva começa com a iniciação floral, quando são diferenciados os primórdios de espiguetas, na porção central da espiga, que depois se estendem para as extremidades até o aparecimento da espiguetas terminal na ponta (a última espiguetas).

A fase de enchimento de grãos inicia com a antese (floração), quando ocorre a fecundação das flores e termina com a maturidade fisiológica da planta, ocasião em que os grãos atingem o máximo acúmulo de matéria seca.

A duração dessas fases no trigo tem controle genético independente e taxas de desenvolvimento governadas pelas variáveis do ambiente, especialmente temperatura e fotoperíodo.

32

Como é feito o controle genético do desenvolvimento em trigo?

O controle genético do desenvolvimento do trigo é feito pelos genes de resposta à vernalização (genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1* e *Vrn-D1*), que definem a necessidade de um tempo de exposição das plantas a temperaturas relativamente baixas (frio) para florescer, por genes ligados à resposta ao fotoperíodo/comprimento do dia (genes *Ppd-A1*, *Ppd-B1* e *Ppd-D1*) e outros ligados à precocidade

intrínseca (genes *earliness per se* – *Eps*), que juntos condicionam a sucessão de estádios/fases e definem a duração do ciclo de uma dada cultivar conforme as disponibilidades de recursos do ambiente (especialmente os regimes térmicos e fotoperiódicos).

O conhecimento do controle genético das respostas bioclimáticas (vernalização/temperatura e fotoperíodo) de trigos é fundamental:

- Em programas de melhoramento genético.
- No planejamento de cruzamentos para a criação de cultivares.
- Em avaliações preliminares com vistas ao uso de cultivares em regiões diferentes da sua de origem.

33

No Brasil, como o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SNPC/Mapa) classifica as cultivares de trigo em grupos bioclimáticos?

Entre os descritores biológicos de cultivares de trigo, o SNPC/Mapa classifica as cultivares de acordo com os seguintes grupos bioclimáticos:

- Trigos de primavera.
- Trigos de inverno.
- Trigos alternativos (também conhecido como trigos facultativos).

34

O que se entende por “trigos de primavera”, “trigos de inverno” e “trigos alternativos/facultativos”?

Tais expressões têm relação com o controle genético da floração em trigo. Assim:

- Trigos de primavera são aqueles cuja transição entre as fases vegetativa e reprodutiva não é acelerada (ou é menos) pela vernalização.

- 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. Em tempos relativamente recentes, ampliou-se a abrangência da classificação de trigos de inverno para aqueles que têm o florescimento acelerado pela vernalização.
- Trigos alternativos são aquelas cultivares com maior necessidade de vernalização, com comportamento similar aos trigos internacionalmente chamados de facultativos (derivados de cruzamentos entre trigos de primavera e de inverno).

35 O que significa vernalização ou iarovização?

É uma palavra de origem russa, derivada de vernal, que significa primaveral ou pertencente à primavera. Essa expressão foi usada por Trofim D. Lysenko para se referir à necessidade de frio (temperaturas baixas) apresentada por algumas espécies para terem um desenvolvimento adequado (cumprir todas as fases), podendo tal necessidade ser suprida no início do ciclo ou mesmo na semente, antes da semeadura. No caso do trigo, a resposta à vernalização é condicionada pelos chamados genes *vrn* que, junto com os genes de resposta ao fotoperíodo (*ppd*) e os de precocidade intrínseca (*eps*), governam o ciclo de desenvolvimento das plantas, em conformidade com as características das cultivares e as disponibilidades do ambiente.

36 O que significa dizer que o trigo é uma planta de dias longos?

Plantas de dias curtos e plantas de dias longos são categorias de respostas dos vegetais ao comprimento do dia (fotoperíodo). No caso do trigo, sendo uma planta de dias longos, significa que

essa espécie acelera o seu desenvolvimento com a elevação do fotoperíodo (até o limite de 20 horas/dia).

Admite-se que o trigo pode responder ao fotoperíodo desde imediatamente após a emergência das plântulas até o final da fase reprodutiva. Contudo, a sensibilidade ao fotoperíodo parece ser relativamente independente da fase de desenvolvimento, sendo condicionada pelo genótipo de cada cultivar.

37

Que trigos são cultivados no Brasil e quais os principais entraves ambientais?

No Brasil, são cultivados, comercialmente, trigos de primavera (com menor necessidade em vernalização) da espécie *Triticum aestivum* L.

Os principais entraves ambientais são:

Região Sul – O excesso de umidade, nessa zona tradicional de cultivo, cria ambiente favorável à ocorrência de doenças. Há geadas tardias na primavera, coincidindo com o espigamento do trigo, e precipitações de granizo (localizadas). Além disso, nessa zona ocorrem vendavais, especialmente na primavera, causando acamamento de plantas e danos (de difícil quantificação), dependendo do estágio de desenvolvimento da planta (quanto mais adiantado o ciclo, maior o prejuízo).

Nessa zona, as principais doenças que atacam a cultura, favorecidas, em alguns anos, por umidade e temperatura elevadas, são ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera* spp. e *Stagonospora nodorum*) e giberela (*Giberela zeae*).

Regiões Sudeste e Centro-Oeste – Na zona de clima tropical ocorrem deficiência hídrica (em cultivos de sequeiro) e excesso de calor (temperaturas elevadas, causando esterilidade na espiga).

Em termos de sanidade vegetal, pela dificuldade de controle, a brusone (*Magnaporthe oryzae*) é a doença mais problemática nos sistemas de produção que incluem o trigo no centro do País; especialmente em anos em que há bastante inóculo do patógeno

no ar e coincide com ambiente úmido e quente a partir do espigamento do trigo.

38

Em linhas gerais, qual é o comportamento bioclimático dos trigos brasileiros?



Ainda que sejam classificados generalizadamente como “trigos de primavera”, os trigos brasileiros apresentam variabilidade quanto à resposta à vernalização, havendo cultivares que, dependendo do regime térmico local, podem não espigar em alguns ambientes, como é o caso do trigo BRS Tarumã.

Esse trigo com aptidão para uso em sistemas de duplo propósito (produção de forragem e de grão) possui características de comportamento bioclimático similar aos internacionalmente chamados trigos facultativos. Também existem trigos, como a cultivar BRS Parrudo, com necessidades elevadas em vernalização, mesmo que esta seja menor que a dos trigos alternativos/facultativos. O espigamento, especialmente nas regiões quentes do País, pode ser retardado, pode ocorrer desuniformemente ou, até mesmo, não ocorrer.

39

Quais são os momentos do ciclo de desenvolvimento do trigo determinantes na formação do rendimento de grãos?

Na determinação do rendimento de grãos em trigo, há três etapas principais:

- 1) Primeira etapa: desde a emergência, passando pelo período de afilhamento, até a metade do alongamento (2 a 3 nós

visíveis). O evento mais importante nessa etapa é expansão da área foliar, sendo desejável que, no final dessa etapa, a cultura tenha área foliar suficiente para interceptar a maior parte da radiação solar incidente (mais de 90%).

- 2) Segunda etapa: compreende o crescimento das espigas ainda sem grãos. O evento principal é a determinação do número potencial de grãos, que é condicionado pela sobrevivência das flores geradas. Ao término dessa etapa, a massa seca das espigas por metro quadrado é um bom estimador dos recursos que o cultivo destina para que as flores geradas venham, efetivamente, a produzir grãos.
- 3) Terceira etapa: refere-se à fase de enchimento dos grãos, que começa poucos dias depois da floração e encerra na maturação fisiológica, quando o peso final de cada grão é determinado. O rendimento de grãos em trigo é mais limitado pela capacidade de armazenamento dos destinos (número de grãos) do que propriamente pela fonte disponível (área fotossinteticamente ativa das plantas) para encher os grãos. Ainda, é nessa terceira etapa que é definida a qualidade tecnológica do produto colhido, existindo forte influência de interações entre o genótipo (constituição genética da cultivar) e o ambiente (clima e manejo).

40

Existe um período do ciclo que pode ser considerado o mais crítico para o potencial de rendimento do trigo?

Admite-se a existência de um período mais crítico de aproximadamente 30 dias, concentrados entre 20 dias pré-floração (aparecimento das anteras) e 10 dias pós-floração. Nesse período, as condições ambientais (radiação solar e temperatura) são essenciais, pois determinam tanto o número de afillhos que produzirão espigas (número de espigas por unidade de área) como o número de primórdios florais que sobreviverão em cada uma das espiguetas, estabelecendo o número de flores que efetivamente poderão produzir grãos.

Nesse período crítico, condições de ambiente desfavoráveis (baixa disponibilidade de radiação solar e temperatura do ar elevada) refletirão negativamente na definição do número de flores férteis no momento da antese. Além disso, as condições adversas nos 10 dias pós-floração reduzirão a capacidade de estabelecimento dos grãos.

Durante o período crítico de crescimento das espigas, geralmente as limitações têm, pela redução no número de grãos por metro quadrado, maior efeito sobre o rendimento da cultura. Desse fato decorre a importância de se manejar o cultivo, explorando genótipo e ambiente, por meio de práticas de manejo, para que se conjuguem as melhores condições no período crítico. Incluem-se nisso:

- Escolha da cultivar.
- Época e densidade de semeadura.
- Nutrição de plantas (adubação de base e em cobertura).
- Controle de pragas e de doenças (preservando área foliar fotossinteticamente ativa para interceptar radiação solar).

41

Como o potencial de rendimento do trigo se relaciona com as variáveis do ambiente?

O potencial de rendimento (PR) de qualquer cultivo pode ser expresso, de forma muito simplificada, como função da quantidade de radiação solar interceptada (R_{si}), da eficiência de uso da radiação solar (EUR_s) e da partição de biomassa para o rendimento de interesse econômico (no caso do trigo, os grãos), que é operacionalmente definida pelo índice de colheita (IC). Matematicamente, tem-se:

$$PR = R_{si} \times EUR_s \times IC$$

O crescimento de um cultivo de trigo (acúmulo de biomassa) é determinado pela capacidade fotossintética do dossel (folhagem das plantas) em interceptar radiação solar e sua eficiência de uso (conversão).

A radiação solar é a principal variável do ambiente para a definição do potencial de rendimento do trigo. Além de condicionar a produção total de biomassa, também define o número de grãos por unidade de superfície cultivada (o componente de rendimento

que mais explica as variações de rendimento em trigo entre anos, locais, épocas de semeadura e cultivares). A ação da radiação solar, nesse caso, dá-se por intermédio do quociente fototermal (razão entre a disponibilidade de radiação solar e a temperatura média), no período crítico de 30 dias ao redor da floração/antese do trigo (20 dias antes e 10 dias depois).

42 Quais são as regiões propícias ao cultivo de trigo no Brasil?

Para fins de organização da pesquisa agrícola e de transferência de tecnologia em trigo, o Brasil tem sido dividido em três regiões tritícolas:

- Região Sul-Brasileira: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná.
- Região Centro-Sul-Brasileira: demais regiões do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo.
- Região Centro-Brasileira: Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia.

Como principais características ambientais nessas regiões, têm-se, na primeira e segunda região, pelo menos no sul do Paraná, excesso de chuva (precipitação pluvial elevada) e solos ácidos. Nas demais áreas dessa região, precipitação pluvial menor e solos com e sem acidez.

Na terceira região, há duas possibilidades de cultivo de trigo em solos ácidos: sistema de sequeiro, com estresses térmicos e hídricos, e com irrigação, numa época de precipitação pluvial baixa ou nula e condições térmicas mais favoráveis.



Quais são as principais características ambientais das zonas de produção de trigo, no Brasil?

No Brasil, o cultivo de trigo se estende por ampla região, abrangendo zonas temperadas, subtropicais e tropicais, que vão desde o extremo Sul do País até o paralelo 11° S. Durante a estação de crescimento de trigo, com base nos regimes hídrico e térmico das diversas zonas de produção, são definidas, em grandes traços, as seguintes regiões:

Região úmida – Onde não há estação seca e o total de precipitação pluvial supera o consumo de água da cultura (evapotranspiração). Abrange desde o Rio Grande do Sul até o norte do Paraná. Nela, para o quesito adaptação de cultivares, a principal limitação é a convivência com estresses associados ao excesso de umidade. Nessa zona úmida, pelo menos duas grandes subdivisões são presentes, quando se considera o regime térmico, uma parte fria e outra parte quente.

A região fria e úmida se concentra nas áreas de maior altitude da região Sul do País (faixa Leste) e, na metade sul do Rio Grande do Sul (limitada à porção Leste), onde, apesar da altitude baixa, há compensação térmica pela maior latitude. Na fronteira Oeste, concentra-se a região moderadamente quente e úmida.

Região quente – A região quente e moderadamente seca (mas ainda passível de cultivo de trigo de sequeiro) pode ser encontrada no norte do Paraná, sul do Estado de São Paulo e parte do território do Mato Grosso do Sul.

Região quente e seca – Envolve parte do Estado de São Paulo, além de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia. Ocorrem tanto estresses térmicos (excesso de calor) quanto hídricos (deficiência de água). Nessa ampla região, o trigo pode ser cultivado sob condição de sequeiro (restrito a algumas áreas de maior altitude do Centro-Oeste) e em sistema irrigado, numa época do ano mais favorável para o cultivo desse cereal. Nessa parte do País, as áreas de maior aptidão para cultivo de trigo são as de altitude elevada (pelos reflexos no regime térmico, preferencialmente acima de

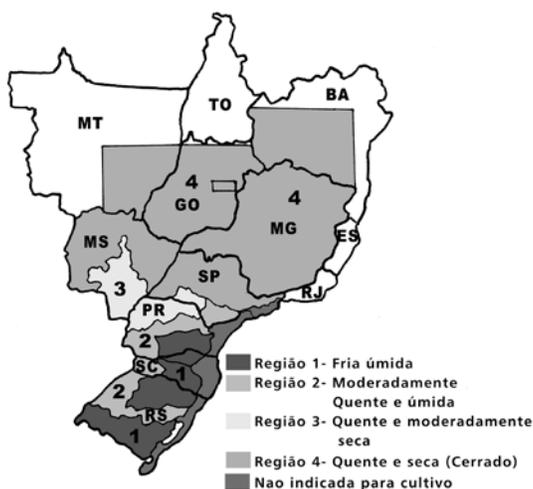
800 m). Nelas, na época seca do ano (entre maio e setembro), sob irrigação, para cultivares de trigo com pouca exigência em frio e que apresentam certa insensibilidade fotoperiódica, as condições de ambiente são favoráveis para rendimento elevado e de boa qualidade tecnológica.

No Brasil, as diferenças climáticas entre as zonas de produção de trigo influem no rendimento, na qualidade tecnológica do produto que é colhido, na escolha de cultivares e nas práticas de manejo da cultura.

44

O que são as regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo (RHACT) e qual a sua utilidade?

No Brasil, as regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo, estabelecidas na Instrução Normativa nº 3, de 14 de outubro de 2008, surgiram em decorrência da necessidade de se aperfeiçoar a rede de experimentação para a execução de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Esses ensaios integram os requisitos técnicos e legais exigidos pelo Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RNC/Mapa), com a finalidade de habilitar previamente cultivares para produção, beneficiamento e comercialização de sementes no País.



A partir de características ecológicas regionais, foram demarcadas quatro RHACTs. Especificamente: uma região úmida, que vai do Rio Grande do Sul até o norte do Paraná, com duas divisões, uma parte fria (Região 1) e outra quente (Região 2); uma região

moderadamente seca e quente (Região 3), porém, ainda passível de cultivo de trigo sem irrigação, localizada no norte do Paraná, no sul do Estado de São Paulo e em parte do território do Mato Grosso do Sul. Por último, uma região quente e seca (Região 4), que envolve parte dos estados de São Paulo e de Mato Grosso do Sul, além de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia.

45

Como foram demarcadas as regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo em uso no Brasil?

Nesse tipo de regionalização, são definidos os chamados “grandes ambientes”, caracterizados, principalmente, pela similaridade dos principais estresses bióticos e abióticos, pelos sistemas de produção vigentes, pela classe comercial dos trigos produzidos, pela relevância regional do trigo nos sistemas de produção, etc.

Especificamente, na demarcação dos limites das regiões homogêneas de adaptação para cultivares de trigo no Brasil, foram consideradas as seguintes variáveis ambientais:

- Precipitação pluvial na estação de crescimento de trigo.
- Quantidade de frio invernal (temperatura média das mínimas do mês mais frio).
- Excesso de calor na fase de enchimento de grãos (temperatura média das máximas).
- Altitude e série histórica de estatísticas de rendimento de grãos.

Os resultados foram validados por um grupo de trabalho formado por pesquisadores pertencentes aos quadros de empregados de instituições públicas e privadas, que conduzem programas de melhoramento genético de trigo no Brasil.

46

O que é o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc)?

É um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, que foi posto em prática no Brasil, em 1996, pelo governo

federal, para fazer frente às taxas de dano por adversidades climáticas elevadas que caracterizavam a agricultura brasileira na época.

Pela integração entre política de crédito e seguro rural, além de orientações sobre períodos de semeadura por município, cultura/cultivar e tipo de solo, o Zarc atuou como indutor de tecnologia, possibilitando substancial redução no percentual de perdas causadas por adversidades climáticas não controláveis na agricultura brasileira.

Desde então, é usado em apoio às políticas públicas de crédito e seguro rural, especificamente no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), no caso do governo federal, bem como pelas seguradoras privadas que atuam no segmento rural no País, que condicionam o Zarc para a adesão aos seus produtos.

47

No governo federal, a qual ministério o Zarc está vinculado e como ele é composto?

Na esfera federal, o Zarc é de competência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e está vinculado à Secretária de Política Agrícola, cujo Departamento de Gestão de Risco Rural inclui a Coordenação-Geral de Zoneamento Agropecuário, órgão responsável pela revisão anual das portarias do Zarc publicadas no *Diário Oficial da União*¹. Em cada portaria, são incluídos:

Tipos de solo: quanto à capacidade de retenção de água, os solos são agrupados em três categorias, conforme disposto na Instrução Normativa nº 2, de 9 de outubro de 2008: arenoso (Tipo 1), textura média (Tipo 2) e argiloso (Tipo 3).

Tabela de períodos de plantio/semeadura: indica os períodos favoráveis de semeadura (início e fim), numerados, sequencialmente, três a cada mês, começando com:

- Período 1 (1º a 10 de janeiro).
- Período 2 (11 a 20 de janeiro).
- Período 3 (21 a 31 de janeiro).

¹ Resumidamente, o Zarc apresenta a metodologia do zoneamento para cada cultura e unidade da federação.

- Período 4 (1º a 10 de fevereiro).
- Período 5 (11 a 20 de fevereiro).
- Período 6 (21 a 28/29 de fevereiro).
- Período 7 (1º a 10 de março).
- Período 8 (11 a 20 de março).
- Período 9 (21 a 31 de março).
- Período 10 (1º a 10 de abril).
- Período 11 (11 a 20 de abril).
- Período 12 (21 a 30 de abril) e assim sucessivamente até o período 36 (21 a 31 de dezembro).

Cultivares indicadas: lista de todas as cultivares indicadas para cultivo no País, inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), reunidas em grupos com características homogêneas. As empresas obtentoras (quem as desenvolve), mantenedoras (as que detêm a proteção) e/ou representantes legais das cultivares indicadas nas portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático são responsáveis pelo envio de informações de caracterização agrônômica e de regiões de adaptação ao Mapa.

Tabela de municípios: relação de municípios indicados para o plantio da cultura no estado a que se refere a portaria, com períodos de plantio (início e fim) para cada município, por tipo de solo e por grupo de cultivar.

48

Em quais unidades da federação existe o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), para o cultivo de trigo?

Desde que foi posto em operação no Brasil, o Zarc já definiu, em portarias, a possibilidade de cultivo de trigo em nove unidades da federação: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Distrito Federal.

49

Como definir o melhor período para a semeadura do trigo?

Independentemente de local, a definição do período mais adequado para a semeadura de trigo exige que sejam considerados

vários critérios. O primeiro e mais relevante envolve a avaliação das características do meio físico (clima e solo) frente às exigências fisiológicas do trigo.

Também não podem ser excluídos da análise os sistemas de produção agrícolas economicamente importantes para a região (trigo e soja, no Sul do Brasil), a estratégia de escape de riscos de natureza climática adotada e, não menos relevante, aspectos econômicos e sociais relacionados.

Como regra geral, mas não exclusiva, procura-se indicar como período de semeadura preferencial aquele em que a cultura consegue completar o ciclo (semeadura até a colheita) sob as melhores condições de ambiente. Deve-se buscar o ajuste mais adequado entre as disponibilidades do ambiente e as exigências da cultura/cultivar. Além dos aspectos inerentes ao escape dos riscos associados à variabilidade climática natural, também devem ser levadas em consideração:

- A capacidade operacional do produtor rural (disponibilidade de máquinas, acesso a mão de obra, etc.).
- As condições de umidade do solo (seca ou excesso de água) para suportar trabalho mecanizado sem degradação da sua estrutura física.

50

Por que a data de semeadura é tão relevante para o desempenho produtivo do trigo?

Porque é quando se devem considerar as possíveis condições às quais a cultura poderá ser submetida:

- Ao longo da estação de crescimento.
- Na etapa de enchimento de grãos.
- No momento da colheita.

Uma vez definidos o momento de semeadura e a cultivar, e estabelecida a lavoura, essas escolhas são irreversíveis. É a partir do dia da semeadura que as condições futuras de ambiente passarão a influir sobre a definição do rendimento final e da qualidade tecnológica do produto que será colhido.

Na busca pela melhor época de semeadura, é necessário tomar decisões embasadas em integração de informações e seguir o calendário preconizado pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc). O Zarc é, anualmente, oficializado pelo Mapa, como suporte à política de crédito e seguro rural no Brasil, tendo por objetivo a minimização de riscos relacionados aos fenômenos climáticos e não a potencialização de rendimento dos cultivos.

51 Que são estresses térmicos em plantas de trigo?

São respostas a valores de temperaturas que afetam negativamente o rendimento e/ou a qualidade do produto colhido. Essas respostas podem se manifestar tanto por valores de temperaturas extremamente baixos (geadas) quanto elevados (golpes de calor).

Os estresses térmicos variam em intensidade (fraco, moderado e forte) e grau (agudo ou crônico) e podem ocorrer em diferentes momentos do ciclo de desenvolvimento das plantas (semeadura/germinação/emergência até a colheita), influenciando sobre os diversos processos relacionados com o crescimento e o desenvolvimento da planta e com a formação do rendimento de interesse econômico (quantidade e qualidade).

No caso de trigo, e especialmente tratando-se de temperaturas extremamente baixas (com formação de geadas), há um conhecimento prévio que permite avaliar impacto e formular estratégias que visam ao escape dessa adversidade de natureza climática bastante comum no Sul do Brasil.

52 O que é geada?

É a formação de uma camada de gelo na superfície ou na folhagem exposta, em decorrência da queda de temperatura. É formada quando a temperatura do ponto de orvalho encontra-se abaixo do ponto de congelamento da água a 0 °C, para a água pura, fazendo com que o vapor d'água presente no ar passe diretamente

para a fase sólida (sublimação), formando o gelo que se deposita na superfície de objetos. Vale ressaltar a diferença entre geada e orvalho congelado, que é o congelamento das gotas de orvalho que se formaram sobre os objetos.

Em meteorologia, considera-se ocorrência de geada quando há formação de gelo sobre objetos que ficam expostos durante a noite, cuja temperatura cai abaixo de 0 °C. Vem a ser aquilo que, pelo aspecto visual, em agrometeorologia se denomina de “geada branca”. Ainda há a “geada negra”, uma adversidade bastante conhecida no meio rural, pelos danos causados nas plantas. Na “geada negra”, não ocorre formação de gelo, e os tecidos vegetais adquirem coloração escura. Geralmente, massas de ar úmido produzem geadas brancas, e massas de ar seco ocasionam geadas negras.

As geadas também são caracterizadas conforme a sua origem. Seguindo-se esse critério, têm-se:

- Geadas de advecção (provocadas por invasões de ar frio).
- Geadas de radiação (resfriamento das superfícies por perda de radiação de ondas longas durante a noite).
- Geadas mistas, quando estão envolvidos os dois processos (maioria dos casos).

E, conforme a época de ocorrência, têm-se geadas do cedo (no outono) e geadas do tarde (na primavera).

53

Por que a geada é um dos principais riscos climáticos para a cultura do trigo?

Porque não existe regularidade cronológica nem previsão de longo prazo do dia em que esse fenômeno vai ocorrer em dada estação de crescimento. Essa incerteza de previsibilidade, associada com a falta de resistência/tolerância genética das cultivares ou medidas eficientes de proteção das lavouras à geada no espaçamento do trigo, caracteriza esse fenômeno meteorológico como risco ao cultivo desse cereal no Brasil; especialmente no Sul do País.

54

Quando podem ser avaliados os danos causados por geadas em trigo?

Alguns dias após a ocorrência do fenômeno, ao redor de uma semana, para se ter uma avaliação com maior precisão de danos causados.

55

Como varia a sensibilidade da cultura do trigo à geada?

A sensibilidade do trigo à geada começa a aumentar depois do início do emborrachamento. Atinge o seu máximo na floração e diminui após os estádios de grão em massa mole e dura.

Não se pode afirmar que geadas não causam danos em trigo quando ocorrem antes do emborrachamento. Conforme a intensidade da geada e a sensibilidade da cultivar (nessa fase existe diferença genética bem acentuada), os prejuízos podem ser grandes (queima de folhas, estrangulamento de colmos e morte de plantas).

Até o momento, não se conseguiu identificar diferenciação genética entre cultivares de trigo quanto à sensibilidade à geada no período de espigamento-floração. São bem conhecidos os sintomas associados com ocorrência de geadas em trigo nesse período crítico: espigas brancas, esterilidade elevada (com a formação de poucos grãos por espiga).

56

O que é aclimação à geada e qual a sua relação com os danos causados por esse fenômeno em trigo?

É a capacidade de as plantas, por intermédio de adaptações fisiológicas, tolerarem temperaturas baixas sem serem danificadas. A aclimação a baixas temperaturas é importante para a sobrevivência das plantas de trigo em regiões onde é frequente a ocorrência de geadas no início do ciclo de desenvolvimento da cultura. A habilidade dos cereais de inverno em tolerar temperaturas baixas é determinada por interações físicas e bioquímicas complexas, dependentes do genótipo e do ambiente.

A tolerância das plantas ao resfriamento pode aumentar, se essas forem aclimatadas por exposição prévia a baixas temperaturas. Assim, o dano por resfriamento pode ser minimizado se a exposição for lenta e gradual. Os órgãos vegetativos do trigo podem desenvolver grau elevado de aclimação, quando submetidos a baixas temperaturas não letais.

A aclimação das plântulas de trigo pode dar-se já no início da germinação, antes mesmo da emergência do coleóptilo (órgão responsável pela emergência da planta), caso a temperatura do solo se encontre suficientemente baixa. Durante a aclimação de cereais de inverno ao frio, os açúcares solúveis acumulam-se nas paredes celulares, onde podem restringir o crescimento dos cristais de gelo. A tolerância a temperaturas de congelamento depende da capacidade dos espaços extracelulares de acomodar o volume de cristais de gelo em crescimento e da capacidade das células suportar a desidratação.

Geralmente, as células dos tecidos da planta de trigo apresentam elevada capacidade de aclimação. Com a alongação, há redução da concentração do suco celular, sendo essa uma das causas da perda de tolerância à geada. À medida que os órgãos reprodutivos vão se desenvolvendo, diminui a tolerância à geada, pois os órgãos florais são incapazes de suportar a formação de gelo interno.

57

A geada exerce algum papel ecológico benéfico na agricultura?

Na agricultura, costuma-se realçar o aspecto negativo das geadas que, no caso do trigo, quando intensas e coincidindo com o momento crítico da cultura (espigamento/floração), podem causar até mesmo a perda total da lavoura. Na maioria das vezes, ignora-se a função ecológica que cumpre esse fenômeno natural no ambiente. Destacam-se como potenciais aspectos benéficos das geadas no trigo e em outros cultivos de inverno no Brasil:

- Controle natural de plantas daninhas remanescentes do verão.
- Desaceleração do metabolismo de artrópodos-praga, diminuindo o número de gerações e, conseqüentemente, da população desses indivíduos.
- Não favorecimento à multiplicação de organismos patogênicos, especialmente os causadores de doenças fúngicas, entre outros ainda não conhecidos, que podem estar relacionados ao próprio metabolismo da espécie cultivada.

58

Qual é a melhor estratégia para se minimizar o risco de danos por geadas em trigo?

Observando-se os períodos de semeadura preconizados no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) de trigo para cada município, optando-se ainda, sempre que possível, pelo escalonamento da semeadura dentro do calendário do Zarc e pelo uso de cultivares com ciclos diferentes.

Recomenda-se, também, iniciar o plantio do cedo pelas áreas menos sujeitas a geadas (partes altas e exposição Norte das encostas, ao invés das baixadas e áreas com exposição Sul), dando preferência, nos plantios do cedo, a cultivares que tenham maior tolerância a geadas na fase vegetativa.

59

Quais são as regiões brasileiras mais suscetíveis ao problema de redução de qualidade tecnológica por germinação pré-colheita em trigo?

No Brasil, a redução da qualidade tecnológica do trigo por germinação pré-colheita (popularmente chamada de germinação na espiga) em trigo ocorre mais frequentemente na região Sul. Particularmente, nas áreas mais quentes, onde as temperaturas elevadas diminuem a dormência dos grãos (período no qual, mesmo sob condições ótimas de temperatura, de umidade e de luz, os

grãos não germinam) e facilitam o início da germinação dos grãos na espiga, quando ocorrem chuvas no período de colheita. Em resumo, para que o problema se manifeste, duas condições são necessárias: 1) quebra de dormência durante o período de enchimento de grãos; 2) chuvas na época de colheita.

60

Como é diagnosticado o problema de germinação pré-colheita em trigo?

Pode ser diagnosticado visualmente, quando muito severo ou como é mais comum, pelo valor do número de queda. O número de queda (NQ) é usado como referência internacional em estimativas de germinação pré-colheita em trigo. O NQ é uma medição indireta da atividade da enzima alfa-amilase; baixo valor de NQ é indicativo de atividade elevada dessa enzima e vice-versa. Para diagnóstico de germinação pré-colheita, costuma-se delimitar um valor crítico de 200 segundos para NQ (o ideal seria 250 segundos); valores menores (abaixo desse índice) significa trigo com problema.

61

Quais são os fatores condicionantes/controladores da ocorrência da germinação pré-colheita em trigo?

Efetivamente, muitas coisas estão envolvidas com o processo da germinação pré-colheita em trigo. Destacam-se a suscetibilidade genética da cultivar (presença ou ausência de genes de resistência), a morfologia e a estrutura da espiga (relação com absorção de água) e a interação entre o estágio de maturação da lavoura e as condições de ambiente (chuva, temperatura e velocidade de secagem dos grãos). Acima de tudo, há o controle fisiológico associado com a dormência.

A dormência em trigo é uma característica da cultivar, sendo geneticamente determinada. Contudo, as condições de ambiente durante a fase de enchimento de grão, particularmente de temperatura, exercem forte influência na duração do período

de dormência. Portanto, a interação entre as características genéticas das cultivares e as condições de ambiente, principalmente meteorológicas, é que define a ocorrência ou não de germinação pré-colheita em trigo.

Geralmente, as cultivares com grãos brancos são consideradas mais sensíveis à germinação em pré-colheita do que as de grãos vermelhos. Todavia, a herança da sensibilidade à germinação pré-colheita pode ser independente da coloração do grão, uma vez que nem todo trigo vermelho possui dormência elevada. Ou seja, este é um caráter em que estão envolvidos múltiplos genes, caracterizando uma herança complexa, quantitativamente herdada e que sofre forte influência das variáveis de ambiente.

62

Existem alternativas para se lidar com o problema da germinação pré-colheita em trigo?

Ainda que sejam poucas, existem, sim, alternativas para se contornar o problema de germinação pré-colheita em trigo, via práticas culturais. Destacam-se a escolha de cultivares com melhor resistência genética ao problema e a organização da colheita, começando pelas mais suscetíveis ou mesmo antecipando a colheita diante da ameaça de chuvas.

Em regiões onde não há estação seca definida nos meses de colheita, destaca-se o potencial de uso de sistemas de alertas de risco de germinação pré-colheita em trigo, embora ainda não existam serviços operacionais dessa natureza no Brasil.

Uma vez que o problema de germinação pré-colheita em trigo é verificado, quase sempre de forma regionalizada, em alguns anos e em algumas cultivares, sistemas de alertas de risco podem orientar os assistentes técnicos de lavouras e os produtores rurais sobre: áreas preferenciais para iniciar a colheita; cultivares mais sensíveis, pelas quais se deve começar a colheita; e necessidade de colheita antecipada.

63

Quais são os principais problemas relacionados com a disponibilidade de água para o cultivo de trigo no Brasil?

No Brasil, a maior parte do trigo cultivado em regime de sequeiro é no sul do País, principalmente no Rio Grande do Sul e no Paraná, numa época do ano em que a chuva normal excede, em muito, a evapotranspiração da cultura. Geralmente, na região Sul, o excesso de umidade é mais problemático que a falta de água.

No Brasil, problemas de deficiência hídrica em trigo começam a causar preocupação a partir do norte do Paraná em direção ao centro do País. Mesmo que no norte do Paraná esse cereal seja cultivado sob regime de sequeiro, em alguns anos, a falta d'água pode dificultar a emergência e o estabelecimento da cultura quando a semeadura é realizada entre março e abril. Também a falta de água, especialmente a partir do emborrachamento, pode prejudicar o rendimento final em decorrência da elevação da esterilidade de flores (falhas de granação) e do enchimento incompleto dos grãos.

Cabe destacar que nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, no Estado de São Paulo, em Minas Gerais, em Goiás e no Distrito Federal, o trigo cultivado com irrigação, na época seca do ano (maio a setembro), caracteriza-se por rendimentos elevados e excelente qualidade tecnológica dos grãos.

64

O trigo pode ser afetado por ventos intensos?

Sim. O trigo está sujeito ao acamamento causado por ventos intensos (> 40 km/h), com danos mais severos quando ocorre a partir da floração. O acamamento reduz o potencial de rendimento das lavouras e, principalmente, a qualidade do grão, em decorrência do contato com a umidade do solo.



A sensibilidade ao acamamento é geneticamente controlada, sendo que as cultivares de porte mais elevado são as mais sensíveis. Outro fator que também pode predispor as plantas de trigo ao acamamento, independentemente da velocidade do vento, é o ambiente, particularmente a fertilidade do solo, em especial a fertilização nitrogenada em excesso.

65 Como os fenômenos meteorológicos adversos, caso do granizo e de chuvas intensas, afetam o desempenho produtivo das lavouras de trigo no Brasil?

O dano causado pelo granizo em trigo ocorre pela ação mecânica das pedras de gelo nas plantas. Esse fenômeno é quase sempre associado a ventos fortes e causam acamamento, queda de folhas, dilaceração de folhas, quebra de colmos e quebra total ou parcial de espigas. Além de danos diretos, há futuros prejuízos causados indiretamente ao rendimento:

- Pela destruição de área fotossinteticamente ativa.
- Pelo rompimento do sistema de circulação de seiva.
- Pela criação de ambiente favorável à entrada de patógenos causadores de doenças.

66 Durante o ciclo de desenvolvimento do trigo existe um momento mais crítico ao dano por granizo?

Sim. Geralmente, os danos são maiores quando as lavouras de trigo são atingidas após a alongação das plantas, no emborachamento, no espigamento, na fase de enchimento de grãos e, especialmente, após a maturação fisiológica, quando não há mais capacidade de qualquer compensação de rendimento pela planta. Nesses casos, os danos por granizo nas lavouras de trigo podem atingir níveis vultosos ou até mesmo causar perda total.

67 O que é o *El Niño* e como ele pode afetar o clima, no Brasil?

O fenômeno *El Niño* – Oscilação Sul (*Enos*) possui duas fases:

- Fase quente (*El Niño*).
- Fase fria (*La Niña*).

O comportamento da temperatura das águas do Oceano Pacífico tropical (parte central e junto à costa Oeste da América do Sul), associado aos campos de pressão, altera o padrão de circulação geral da atmosfera. Com isso, acaba influenciando no clima de diferentes regiões do mundo, sendo responsável pelas chamadas anomalias climáticas persistentes (desvios em relação ao clima normal), que duram de 6 a 18 meses.

Admite-se que há cerca de 20 regiões no mundo cujo clima é afetado pelas fases do *Enos*. As anomalias climáticas mais conhecidas e de maior impacto são as relacionadas com o regime de chuvas, embora o regime térmico também possa ser modificado. Particularmente no Sul do Brasil, tem-se excesso de chuvas nos anos de *El Niño* e estiagem em anos de *La Niña*.

Apesar de influir durante todo o período de atuação desses eventos, há duas épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do *Enos*:

- Primavera e começo de verão (outubro, novembro e dezembro), no ano inicial do evento.
- Final de outono e começo de inverno (abril, maio e junho), no ano seguinte ao início do evento.

Assim, nessas épocas, as chances de chuvas acima do normal são maiores em anos de *El Niño* (como ocorreu no período de 1997 a 1998), e chuvas abaixo do normal em anos de *La Niña* (exemplo, evento ocorrido no período de 1998 a 1999).

68

Existe alguma relação entre as fases do *Enos* e o desempenho produtivo da cultura do trigo no Brasil?

Na maioria das vezes, os impactos dos eventos *El Niño* são negativos sobre o rendimento e a qualidade tecnológica do trigo no Brasil. O inverso ocorre nos anos de *La Niña*, quando os impactos são, predominantemente, positivos. E, nos anos neutros, também os impactos positivos são maioria.

Esse comportamento pode ser explicado pela influência que o fenômeno *Enos* exerce nas anomalias de chuva nos períodos de primavera e de começo do verão no Sul do Brasil, região que concentra grande parte da produção nacional de trigo. Contudo, é preciso esclarecer que nem todo *El Niño* causa impactos negativos sobre o rendimento e a qualidade tecnológica do trigo no Brasil.

O nível de impacto vai depender da intensidade do fenômeno e, principalmente, da anomalia causada no regime de chuvas da região. Além disso, houve melhorias substanciais em termos de genética de trigo (novas cultivares) e em tecnologia de proteção de plantas nas lavouras, que faz com que os impactos dos *El Niños* mais recentes não tenham atingido a dimensão catastrófica para a triticultura do Sul do Brasil, como aconteceu os eventos *Enos* de 1972 a 1973 e de 1982 a 1983.

69

Quais são as principais orientações para os triticultores do Sul do Brasil nos anos de *El Niño*?

Como recomendações gerais para diminuir os riscos de prejuízos nas lavouras, sugere-se:

- Monitoramento sistemático das lavouras para, havendo necessidade, realizar os tratamentos fitossanitários recomendados no momento certo. Os anos de *El Niño*, especialmente nos eventos fortes, são caracterizados por umidade elevada e, com isso, apresentam condições de ambiente favoráveis ao desenvolvimento de doenças.
- Tão logo os grãos tenham umidade adequada para a operação, fazer a colheita, pois quanto mais rápido tirar o produto do campo, menor a chance de perdas quantitativas e qualitativas pelas chuvas frequentes nos anos de *El Niño*.
- Se necessária, fazer a chamada colheita antecipada, produto com umidade de até 25% (ideal até 18%), desde que haja disponibilidade de estrutura para secagem. Essa prática requer acompanhamento técnico especializado, tanto na regulação de colhedoras como na secagem do produto colhido.

- Não proceder generalização regional sobre efeitos meteorológicos na qualidade das safras de trigo, em anos de *El Niño*. Existe grande variabilidade dentro da região Sul em termos de épocas de semeadura, de desenvolvimento das culturas e das chuvas ocorridas. As lavouras também podem ser afetadas, diferenciadamente, pelas condições meteorológicas locais.
- Dar atenção especial às lavouras inscritas para a produção de sementes.

70

Como o clima pode influir nas chamadas doenças de difícil controle em trigo?

No grupo das chamadas doenças de difícil controle em trigo, apesar da disponibilidade de cultivares com melhores resistências genéticas que outras e de produtos para o tratamento químico da parte aérea das plantas, incluem-se a giberela (*Giberela zae*) e a brusone (*Magnaporthe oryzae*).

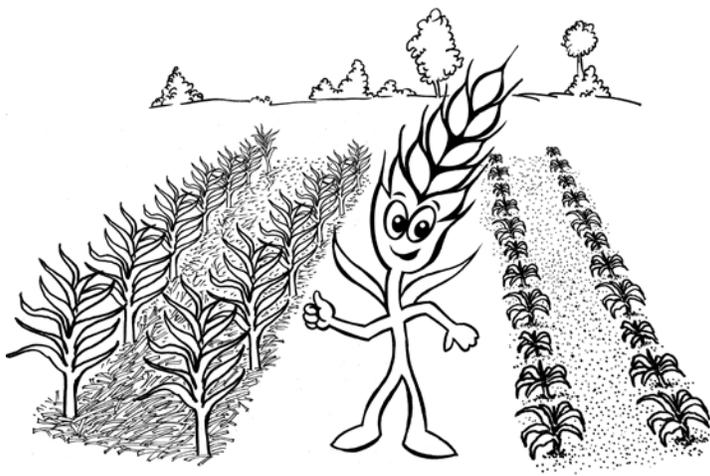
Especificamente, essas são doenças típicas de espiga em trigo, sendo que a giberela ocorre com maior intensidade nas regiões temperadas e subtropicais, e a brusone é mais limitada às áreas de clima subtropical e tropical.

A dificuldade de controle dessas doenças, em anos epidêmicos, é maior quando o estágio de espigamento coincide com períodos chuvosos, reduzindo a eficiência do controle químico, além de inviabilizar ações operacionais relacionadas à aplicação de fungicidas na parte aérea das plantas, em decorrência da impossibilidade da entrada de máquinas nas lavouras.

Referência

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 2, de 3 de janeiro de 2008**. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Agrot%C3%B3xicos/IN2.pdf>. Acesso em 5 mar. 2014.

3 Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto



*José Eloir Denardin
Antonio Faganello*

Sob o enfoque elementar, solo é um corpo componente da paisagem natural, formado por uma matriz de sólidos que abriga líquidos, gases e organismos vivos, compondo um complexo sistema físico-químico-biológico. Assim, solo é dotado de características e de propriedades resultantes dos efeitos do clima, do relevo, da atividade biológica e do tempo atuantes sobre o material de origem, bem como da ação do ser humano.

Sob o enfoque funcional, solo é o meio natural onde se desenvolvem as plantas, atuando como elemento de suporte físico e de disponibilização de água e de nutrientes. Sob esse enfoque, o solo é um fator determinante da produtividade da lavoura ou do sistema agrícola produtivo.

Solo é ainda um recurso natural renovável, patrimônio da coletividade, essencial à vida e à soberania da nação, independentemente de seu uso e posse. Contudo, na escala de tempo de vida do ser humano, o solo deve ser tratado como recurso natural não renovável, tendo em vista que as taxas de erosão provocadas pela atividade humana podem superar, em muito, a taxa de erosão natural, de renovação e de formação do solo agricultável. É importante notar que o uso do solo interfere nos demais recursos naturais, na produção agrícola, na segurança alimentar, na saúde humana, na emergência de ambiência e no desenvolvimento econômico, social e ambiental de uma nação.

Para ser cultivado com trigo – ou com qualquer outra espécie de interesse econômico – o solo deve ser fértil, ou seja, possuir as seguintes propriedades indicadoras de sua fertilidade:

- Capacidade para armazenar e disponibilizar água para as plantas.

- Capacidade para armazenar e difundir calor.
- Adequada permeabilidade à água e ao ar ou a gases.
- Reação do solo ou pH do solo, preferencialmente, na faixa entre 5,0 e 6,5.
- Disponibilidade de nutrientes em suficiência para as plantas.
- Ausência de elementos tóxicos disponíveis em nível de dano.
- Baixa resistência à penetração de raízes.

73 Como diferenciar ecossistema de agroecossistema?

Ecossistema é o conjunto das relações que ocorrem entre os fatores bióticos (animais, vegetais e microrganismos) e abióticos (ar, água, luz, calor, solo e minerais), que atuam, simultaneamente, em determinado meio, sem a interferência humana.

Em determinado ecossistema, a intervenção humana, com a finalidade de estabelecer uma lavoura ou um sistema agrícola produtivo, resulta na alteração dos fluxos de matéria e de energia, na desarticulação da sincronia entre os ciclos naturais e no rompimento do equilíbrio dinâmico existente, transformando-o em agroecossistema – que pode ser conceituado de forma similar a ecossistema – sendo entendido como o conjunto de relações mútuas entre fauna (animais), flora (vegetais) e microrganismos, em interação com fatores geológicos, atmosféricos e meteorológicos, mas acrescido da intervenção antrópica ou humana, classificadas em:

- Intervenção de natureza energética: adição de mão de obra, uso de combustível, emprego de mecanização agrícola, de mobilização de solo, etc.
- Intervenção de natureza material: substituição das espécies vegetais e animais, alteração do material orgânico produzido, adição de corretivos, de fertilizantes e de agroquímicos, retiradas de fitomassa por meio de colheitas, etc.

Dependendo da intensidade e do modo como essas interferências humanas são processadas, elas poderão resultar na conservação ou na degradação do agroecossistema e, inclusive, dos sistemas do entorno.

74

Qual é o significado de sistema agrícola produtivo e de modelo de produção?



O sistema agrícola produtivo é representado pela interação entre os fatores clima, planta e solo. Nessa interação, o fator clima participa com o potencial energético; o fator planta, com o potencial genético; e o fator solo, com o potencial fertilidade.

A produtividade agrícola, isto é, a quantidade de produto gerada por unidade de área num sistema agrícola produtivo, é o resultado da interação entre esses três fatores e seu valor não pode ser maior que aquele determinado pelo fator mais limitante, sendo essa condição denominada de efeito da “lei do fator limitante”. O manejo de um sistema agrícola produtivo nada mais é que a exploração conjunta das potencialidades dos fatores de produção que o compõem.

Por sua vez, modelo de produção compreende o arranjo no espaço e no tempo das espécies vegetais e/ou animais que compõem os sistemas agrícolas produtivos.

O fator planta, ou seja, o modelo de produção adotado num sistema agrícola produtivo, define a quantidade e a qualidade do material orgânico que é adicionado ao solo, bem como a frequência com que essa adição ocorre. O modelo de produção interfere na taxa de decomposição do material orgânico adicionado ao solo e, conseqüentemente, na quantidade e na qualidade da matéria orgânica que será gerada nesse solo. Portanto, são as espécies

vegetais e animais componentes dos modelos de produção que determinam a intensidade da atividade biológica do solo. Sob o ponto de vista agrônomo, é a atividade biológica que define a qualidade da estrutura do solo e é a estrutura do solo que determina o nível de sua fertilidade.

De outra forma, o modelo de produção de um sistema agrícola produtivo interfere nas propriedades do solo que lhe conferem capacidade produtiva, as quais são expressas não apenas pela reação do solo (pH) e disponibilidade de nutrientes, mas também pelas seguintes propriedades:

- Armazenamento e disponibilidade de água para as plantas.
- Armazenamento e difusão de calor.
- Permeabilidade do solo à água e ao ar e a gases.
- Reação do solo ou pH do solo.
- Disponibilidade de nutrientes para as plantas.
- Baixa resistência à penetração de raízes.

Para as regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, são requeridos cerca de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha de matéria seca por ano agrícola, para atender à demanda da atividade biológica do solo na manutenção da sua fertilidade.

75 O que é conservacionismo?

Conservacionismo é a gestão do uso dos recursos naturais, de modo a produzir benefícios à humanidade, mantendo seus potenciais necessários para as gerações futuras. Compreende ações de preservação, manutenção e de recuperação dos recursos naturais.

76 Qual é o significado de preservação dos recursos naturais?

Preservação compreende o resguardo de recursos naturais os quais não admitem interferências antrópicas. Preservação refere-se à defesa de ecossistemas que não devem sofrer qualquer intervenção

ou alteração causada por humanos, tanto de forma direta – pela exploração de seus componentes – quanto de forma indireta, pelo impacto resultante da exploração de sistemas vizinhos. Áreas de Preservação Permanente (APP) são exemplos desse tipo de ecossistemas.

77 Qual é o significado de manutenção dos recursos naturais?

Manutenção compreende o uso de recursos naturais, mediante correção e ajuste de suas deficiências, sem reduzir suas potencialidades originais. Manutenção refere-se à exploração e/ou ao uso de recursos naturais, por meio de interferências antrópicas, com correção e ajuste de suas deficiências e alteração de suas peculiaridades, sem comprometer suas potencialidades originais.

Lavouras ou sistemas agrícolas produtivos são agroecossistemas submetidos a variados níveis de interferência do ser humano. Quando conduzidos, respeitando-se o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade de forma a não causar danos ao potencial original dos recursos naturais que o compõem ou aos sistemas vizinhos, representam exemplos de ações de manutenção dos recursos naturais.

78 Qual é o significado de recuperação ou restauração dos recursos naturais?

Recuperação ou restauração compreende a regeneração de recursos naturais a exercerem suas funções originais que sofreram degradação antrópica, suprimindo-se, primeiramente, os fatores que provocam sua degradação.

A taxa de emissão de gases de efeito estufa, em lavouras exploradas com monocultura e preparo intenso do solo, por exemplo, pode ser restaurada ou recuperada mediante a implantação de ações que reduzam a intensidade de mobilização do solo e elevem e diversifiquem a adição de material orgânico.

79 O que é conservação do solo?

Conservação do solo é a ciência que estuda, desenvolve e divulga ações de preservação, manutenção e recuperação ou restauração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, mediante o estabelecimento de critérios técnicos para sua ocupação e uso, sem comprometer seu potencial produtivo original.

80 O que se entende por biodiversidade?

Biodiversidade é o conjunto de toda a vida no planeta Terra, incluindo todas as diferentes espécies de plantas, animais e microrganismos (estimadas em mais de 10 milhões de espécies), incluindo-se:

- Toda a variabilidade genética dentro das espécies (estimada em 10 a 100 mil genes por espécie).
- Toda a diversidade de ecossistemas formados por diferentes combinações de espécies.

81 O que é agricultura conservacionista?

Agricultura conservacionista é a forma de cultivar a terra, em conformidade com o conceito de conservacionismo e os fundamentos da ciência da conservação do solo. É entendida como a agricultura conduzida sob a proteção de um conjunto de tecnologias, cujo objetivo é manter e recuperar ou restaurar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade em harmonia com o uso de insumos externos, preservando os ecossistemas vizinhos.

Envolve um conjunto de princípios ou práticas agrícolas que minimiza alterações na estrutura, na composição e na biodiversidade do solo. Esse conjunto de princípios constitui a base de sustentação da atividade agrícola, conservando o solo, a água, o ar e a biologia do solo, prevenindo poluição, contaminação e degradação de

ecossistemas e demais sistemas do entorno, reduzindo o uso de combustíveis fósseis e equilibrando a taxa de emissão de gases de efeito estufa.

Esse tipo de agricultura é entendido como uma agricultura eficiente na utilização dos recursos naturais, tendo por objetivo:

- Gerar competitividade para o agronegócio.
- Atender às necessidades socioeconômicas.
- Garantir a segurança e a qualidade alimentar.
- Preservar o ambiente.

82 O que são práticas conservacionistas de manejo de solo?

São todas as práticas agrícolas estabelecidas pela agricultura conservacionista. No Brasil, para as condições de solo das regiões de clima subtropical e tropical, esse conjunto de práticas envolve:

- Obediência à aptidão agrícola das terras, resguardando ecossistemas sensíveis, como áreas de preservação permanente, áreas de topo de montanhas e de morros, áreas de encostas acentuadas, restingas, mangues, reservas legais, etc.
- Respeito à capacidade de uso do solo.
- Erradicação da queima de restos culturais.
- Manutenção do solo permanente coberto, seja por plantas vivas, seja por plantas mortas ou restos de cultura, e, se necessário, pelo cultivo de adubos verdes ou de plantas de cobertura.
- Redução ou supressão do preparo de solo para a semeadura das culturas.



- Diversificação de espécies, em rotação, consorciação e/ou sucessão de culturas.
- Diversificação de sistemas de produção (simples e integrados).
- Adição de material orgânico ao solo, em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a necessidade da biologia do solo.
- Redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura da próxima cultura (processo colher-semear).
- Aplicação da agricultura de precisão (controle de tráfego de máquinas e de animais sobre o solo agrícola e uso suficiente e preciso de insumos na fertilização do solo e no manejo integrado de pragas).
- Implantação de práticas mecânicas para o manejo de enxurrada e o controle de erosão como semeadura em contorno, culturas em faixas, cordões vegetados, taipas ou barreiras de pedra, terraços em nível, terraços em desnível com canais escoadouros revestidos, canais divergentes revestidos, adequação de estradas rurais, etc.

83 O que é plantio direto ou semeadura direta?

Plantio direto ou semeadura direta é o ato de depositar, no solo, sementes, plantas ou partes de plantas na ausência de preparo prévio do solo, mediante aração, escarificação e/ou gradagem e, conseqüentemente, manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.

Esse conceito é fiel ao conceito de *zero-tillage*, *no-tillage* ou *no-till* (sem preparo do solo ou sem amanho do solo) usados na Inglaterra e nos Estados Unidos, de onde essa técnica foi introduzida em 1969, sob o enfoque de um simples método alternativo de preparo reduzido do solo.

O plantio direto na palha tem o mesmo conceito de plantio direto ou de semeadura direta, apenas ressaltando a necessidade de

manutenção dos resíduos de planta da cultura anterior na superfície do solo. Entretanto, esse aspecto não assegura a adoção de:

- Diversificação de modelos de produção.
- Cobertura permanente do solo.
- Adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência requerida pela biologia do solo.

Portanto, plantio direto, semeadura direta e plantio direto na palha envolvem apenas dois princípios da agricultura conservacionista:

- Redução ou supressão do preparo do solo.
- Manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.

Para as condições de solo das regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, esses dois princípios são insuficientes para promoverem o conservacionismo em lavouras. Nessas regiões, a agricultura conservacionista requer discernimento ou domínio de conhecimentos em manejo de solo e de cultura, para eleger um conjunto de práticas mais abrangente e mais eficaz do que simplesmente o abandono do preparo do solo e a manutenção dos restos de cultura na sua superfície.

84 O que é sistema plantio direto (SPD)?

Sistema plantio direto é uma expressão genuinamente brasileira. Surgiu em meados da década de 1980, em consequência da percepção de que a viabilidade do plantio direto ou da semeadura direta, de modo contínuo e ininterrupto, nas regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, requeria um conjunto de tecnologias ou de princípios da agricultura conservacionista mais amplo do que simplesmente a redução ou supressão do preparo do solo e a manutenção dos restos de cultura na sua superfície.

Em consequência disso, o sistema plantio direto passou a ser entendido como um conjunto de tecnologias ou de princípios da agricultura conservacionista destinado à exploração de sistemas agrícolas produtivos, envolvendo mobilização de solo apenas na linha ou na cova de semeadura ou de plantio, manutenção dos

restos de cultura na superfície do solo e diversificação de espécies em modelos de produção, via rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas.

No início da década de 2000, o conceito de sistema plantio direto foi ampliado, passando a incorporar o processo colher-semear, que representa a redução ou a supressão do intervalo de tempo entre uma colheita e a semeadura da cultura subsequente, que tem efeito direto na adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatível com a demanda da biologia do solo, que é da ordem de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha por ano e na manutenção da sua cobertura permanente.

O sistema plantio direto na palha tem o mesmo conceito de sistema plantio direto, apenas enfatizando a presença obrigatória de palha na superfície do solo, condição esta que já está implícita na palavra sistema. O sistema plantio direto engloba o plantio direto, a semeadura direta, o plantio direto na palha e o sistema plantio direto na palha.

Assim, enquanto o plantio direto ou a semeadura direta atende apenas a dois princípios da agricultura conservacionista (redução ou supressão do preparo do solo e manutenção da palha na superfície do solo), o sistema plantio direto, em razão da palavra “sistema”, atende, pelo menos, a seis princípios da agricultura conservacionista, quais sejam:

- Mobilização de solo apenas na linha ou na cova de semeadura ou de plantio.
- Manutenção dos restos de cultura na superfície do solo.
- Diversificação de modelos de produção, organizados em rotação, consorciação e/ou sucessão de culturas.
- Processo colher-semear (redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a próxima semeadura).
- Adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatível com a demanda da biologia do solo, que é da ordem de 8.000 kg/ha a 12.000 kg/ha por ano.
- Manutenção da cobertura permanente do solo.

85

Pode-se esperar maior produtividade da cultura de trigo no sistema plantio direto, em relação ao preparo convencional?

A simples adoção do sistema plantio direto não é considerada fator responsável pelo aumento da produtividade da cultura de trigo. Contudo, sem dúvida, esse sistema é responsável pela redução dos custos de produção e, em decorrência, responsável pela elevação da rentabilidade da lavoura de trigo.

86

O sistema plantio direto pode ser adotado em qualquer tipo de área agrícola?

Sim, desde que sejam levados em consideração os princípios estabelecidos pela agricultura conservacionista.

87

O sistema plantio direto favorece a atividade microbiana no solo?

Quando comparado ao preparo convencional ou ao preparo mínimo ou reduzido do solo, o sistema plantio direto favorece a diversificação e a estabilização da atividade biológica desse solo ao longo do tempo. O revolvimento do solo, promovido pela aração, escarificação e/ou gradagem, incorpora ou mistura os restos de cultura ao solo, oxigena o solo e, conseqüentemente, ativa a biologia do solo, acelerando a decomposição dos restos de cultura e da própria matéria orgânica presente no solo.

Ao restringir o revolvimento do solo apenas à linha de semeadura, o sistema plantio direto não ativa a biologia do solo na intensidade equivalente ao preparo convencional e ao preparo mínimo ou reduzido e, assim, retarda a decomposição dos restos de cultura. O retardamento da decomposição dos restos de cultura é uma forma de reduzir a taxa de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

88

Qual é a quantidade de biomassa produzida pela cultura do trigo e quais práticas podem aumentar sua produção?

Não há relação fixa entre a produtividade de grãos de trigo e a produtividade de palha de trigo. Além de variar de cultivar para cultivar, de lavoura para lavoura, de safra para safra e do manejo aplicado na cultura, essa relação depende, também, da incidência de doenças de espiga, que pode reduzir a produtividade de grãos, sem interferir na produtividade de palha. Assim, todos os tratos culturais aplicados na lavoura de trigo, objetivando aumentar a produtividade de grãos, sem dúvida, proporcionam melhor qualidade e maior quantidade de palha por unidade de área cultivada.

89

Como reforçar a necessidade de estruturas de contenção de enxurrada para o financiamento oficial das lavouras, visando melhorias e avanços no manejo do sistema plantio direto?

A necessidade de se estruturar lavouras com obras mecânicas, para conter enxurrada e controlar erosão hídrica, depende:

- Do relevo da área cultivada.
- Das características das chuvas da região.
- Do tipo e uso do solo.
- Do manejo do solo.
- Das espécies cultivadas.

Entretanto, destaca-se que estruturas de contenção de enxurrada não são obras complementares do sistema plantio direto. Ao contrário, é o sistema plantio direto que deve ser praticado em lavouras previamente estruturadas, para conter a enxurrada.

Diante da intensidade e do tempo de duração das chuvas e da quantidade de chuva que ocorre nas regiões de clima subtropical e tropical do Brasil, pode-se afirmar que toda área de lavoura, com comprimento de declive superior a 120 m, requer obra mecânica para conter a enxurrada e controlar a erosão hídrica, independentemente:

- Do grau de declividade do terreno.

- Do tipo de solo que apresenta.
- Do manejo praticado.

É importante salientar que a palha na superfície do solo o protege contra a energia erosiva das gotas de chuva, mas não o protege contra a energia da enxurrada. Em áreas declivosas, com mais de 120 m de comprimento de pendente, já há risco de a energia da enxurrada superar a capacidade da palha em proteger o solo e, assim, desencadear erosão hídrica entre sulcos e em sulcos.

A semeadura em contorno ou em nível e o terraceamento agrícola são as práticas mecânicas mais comuns e mais eficazes para auxiliar na contenção de enxurrada e no controle da erosão hídrica.

90 O que são curvas de nível?

Curvas de nível são linhas que ligam pontos de mesma cota ou de mesma altitude num terreno.

91 O que são terraços?

Terraços são estruturas mecânicas ou obras hidráulicas conservacionistas, constituídas por um camalhão e um canal, construídas transversalmente ao plano de declive do terreno. Essas obras estabelecem obstáculo físico à enxurrada, reduzindo a velocidade do escoamento superficial, promovendo sua infiltração no solo ou sua remoção, de forma segura e ordenada, para fora da lavoura, com o objetivo de amenizar riscos de erosão e proteger os mananciais (rios, lagos e represas).

92 O que é enxurrada?

Enxurrada é o excedente da água da chuva que não infiltra no solo e passa a escorrer sobre sua superfície.



93 Quais são os tipos de terraços?

Os terraços são classificados da seguinte maneira:

Quanto à forma como manejam a enxurrada:

- Terraço em nível, de retenção ou de absorção (retém o excesso de água da chuva, permitindo que infiltre no solo).
- Terraço com gradiente ou de drenagem (o excesso de água da chuva é conduzido, lentamente, para fora da área protegida).

Quanto à forma do camalhão e do canal:

- Terraço de base larga (amplitude da movimentação de solo para a construção de 6 m a 12 m).
- Terraço de base média (amplitude da movimentação de solo para a construção de 3 m a 6 m).
- Terraço de base estreita (amplitude da movimentação de solo para construção de até 3 m).

Quanto à forma como são construídos:

- Terraço tipo Nichols (construído mediante movimentação de terra sempre de cima para baixo).
- Terraço tipo Mangum (construído mediante movimentação de terra de cima para baixo e de baixo para cima, ora num sentido ora no outro, alternadamente).

94 O terraceamento controla, totalmente, a erosão do solo?

Não. O terraceamento não controla totalmente a erosão do solo, uma vez que sua função é, fundamentalmente, administrar a enxurrada, ou seja, dispersar apenas a energia erosiva da enxurrada, pois a energia erosiva das gotas de chuva é absorvida pela cobertura do solo.

De outra forma, ao subdividir o comprimento do declive, o terraceamento reduz apenas o potencial erosivo da enxurrada, amenizando riscos de erosão. Em termos agrícolas, práticas conservacionistas isoladas podem apenas reduzir ou minimizar a erosão, mas não eliminá-la.

A maximização do controle da erosão é obtida com a associação de práticas conservacionistas e não com práticas individualizadas. Assim, o efeito do terraceamento na redução do processo erosivo depende das demais práticas conservacionistas associadas.

95 Qual é o espaçamento ideal entre terraços?

O espaçamento entre terraços é variável. A determinação do espaçamento entre terraços é uma função:

- Do tipo de solo.
- Da declividade do terreno.
- Do regime de chuvas.
- Do manejo de solo e de culturas praticado.
- Do tipo de exploração agrícola.

Portanto, para cada condição de lavoura, existe um espaçamento ideal ou crítico entre terraços, que é determinado mediante modelos matemáticos específicos.

No Brasil, são quatro os métodos matemáticos empregados para determinar o espaçamento entre terraços. Dentre esses modelos, o que tem apresentado melhores resultados para as condições brasileiras é o *Terraço for windows*, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG, na década de 1990. O *Terraço for windows* diferencia-se dos outros três métodos por dimensionar terraços com base na técnica hidrológica da máxima enxurrada esperada na área a ser terraceada, usando-se dados de chuva locais ou da região, de solo e de manejo específicos da área alvo e considerando o tipo e as dimensões do canal do terraço que se deseja construir.

A aplicação da técnica *Terraço for windows* define espaçamentos entre terraços três a quatro vezes maiores que as técnicas anteriormente empregadas, com segurança hidrológica.

96 O que é espaçamento crítico entre terraços?

Espaçamento crítico entre terraços é a máxima distância permitida entre dois terraços sem que haja risco de erosão provocada

pela enxurrada, na faixa de lavoura protegida por eles. Em outras palavras, o espaçamento entre terraços torna-se crítico quando a capacidade erosiva da enxurrada supera a capacidade do solo e da cobertura vegetal em prevenir a erosão.

Além desse conceito de espaçamento crítico entre terraços, é importante conceituar comprimento crítico de uma pendente, pois essa medida é excelente indicador da necessidade, ou não, de se estabelecer uma obra mecânica em determinada lavoura.

Assim, o comprimento crítico de uma pendente é a máxima distância que a enxurrada pode percorrer ao longo de um declive, sem que transporte solo e/ou arraste restos de cultura, ou seja, provoque erosão entre sulcos ou em sulcos.

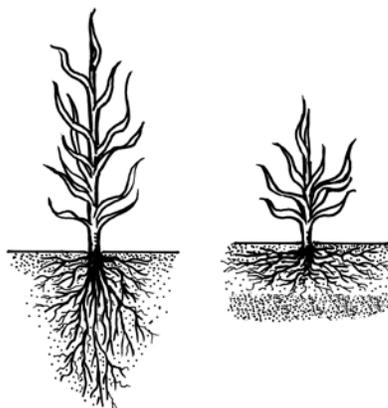
97

Quais são os problemas causados pela compactação do solo?

A compactação do solo causa dois problemas fundamentais na agricultura:

- Acelera o processo erosivo, pois reduz o fluxo descendente de água no solo, quando da ocorrência de chuva, seja ascendente, quando da ocorrência de estiagem.
- Afeta a produtividade das culturas, pois oferece resistência ao pleno desenvolvimento do sistema radicular das plantas e reduz o fluxo ascendente de água no solo quando da ocorrência de estiagem, não disponibilizando água em suficiência para as plantas

A camada compactada dos solos cultivados no Brasil normalmente está situada entre 5 cm e 20 cm de profundidade. Essa camada é caracterizada pela baixa porosidade, a qual afeta a taxa de infiltração de água no solo, promovendo:



- Pequeno volume de água armazenada no solo para servir as plantas, gerando perdas de produtividade, e para alimentar o lençol freático, comprometendo a qualidade e a quantidade de água para o abastecimento humano e animal.
- Grande volume de água em escoamento superficial que transporta solo, corretivos, fertilizantes, defensivos agrícolas, material orgânico, etc. diretamente para os mananciais, gerando perdas econômicas e poluição ambiental.

Além desses aspectos, a compactação do solo provoca a concentração de raízes na camada superficial do solo, entre 0 cm e 5 cm de profundidade. Em decorrência, estresses hídricos se tornam frequentes, não apenas pela distribuição irregular das chuvas, mas, sobretudo, pela pequena quantidade de água que é capaz de ser armazenada e disponibilizada para as plantas, gerando perdas de produtividade. Todos esses prejuízos econômicos e ambientais podem estar sendo agravados pela tecnologia da adubação de precisão em adoção no País, ao preconizar a aplicação de corretivos e fertilizantes na superfície do solo, sem a devida atenção às obras mecânicas para manejar e conter a enxurrada.

A adoção do plantio direto ou da semeadura direta, com base tão somente nos dois princípios da agricultura conservacionista (abandono do preparo do solo e manutenção da palha na superfície do solo), associada à excessiva calagem na superfície do solo, à adubação na camada superficial desse solo e à ausência de obras mecânicas ou hidráulicas para prevenir a erosão, tem desencadeado um processo contínuo de degradação do solo.

A degradação do solo é percebida pela sua estratificação química e física na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade. A camada superficial, de 0 cm a 5 cm, apresenta elevada fertilidade e é favorável ao desenvolvimento de raízes das plantas. Contudo, a camada subsuperficial, de 5 cm a 20 cm, é compactada, com solo de elevada densidade, reduzida porosidade, baixa permeabilidade ao ar e à água e alta resistência à penetração, limitando severamente o desenvolvimento radicular das plantas.

Quais são os métodos para diagnosticar problemas de compactação do solo?

O método mais apropriado é o exame morfológico de raízes de plantas, feito, preferencialmente, no estágio de máximo desenvolvimento vegetativo da cultura. O método mais difundido é o do exame do perfil do solo em pequenas trincheiras (30 cm de lado por 50 cm de profundidade), abertas em vários pontos da lavoura.

Além desses métodos, também podem-se usar penetrômetro e penetrógrafo, instrumentos constituídos por uma haste metálica e um manômetro, cujo princípio de funcionamento baseia-se no registro da variação da força necessária para a introdução da haste no solo.

Sugere-se que a avaliação da compactação do solo, mediante o uso de penetrômetro, seja feita 24 horas após uma chuva que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

A camada compactada, oriunda do manejo inadequado do solo, normalmente situa-se na profundidade de 5 cm a 20 cm.

Na camada compactada, a densidade de raízes é reduzida, e estas podem apresentar deformações, como tortuosidades não características da planta e perda da seção cilíndrica, assumindo forma achatada. Essa sintomatologia é resultante de esforços da planta para vencer as restrições impostas pelas condições físicas do solo.

A camada compactada pode ser identificada por meio da observação do aspecto morfológico da estrutura do solo e/ou da resistência relativa que esse solo oferece ao toque com qualquer instrumento pontiagudo, efetuados a partir da superfície do solo até o limite inferior da trincheira.

Para se executar esse método é indispensável o conhecimento da estrutura natural do solo em observação, que pode ser conhecida aplicando-se esse mesmo procedimento em áreas de mesmo tipo de solo, adjacentes à lavoura, ainda sob vegetação natural.

Sugere-se que a avaliação da compactação do solo, mediante o uso de penetrômetro, seja feita 24 horas após uma chuva que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

99

Qual é o valor-limite de compactação e/ou adensamento do solo, para a cultura do trigo?

O valor máximo de resistência do solo ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, inclusive do trigo, é da ordem de 2 kgf/cm², quando o solo estiver com a umidade equivalente à da capacidade de campo, ou seja, cerca de 24 horas após uma chuva ou irrigação que tenha saturado o solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade.

100

Quais são as principais evidências de degradação física dos solos?

As principais evidências de degradação física de um solo são:

- Baixa taxa de infiltração de água no solo, perceptível pela ocorrência de enxurrada com chuvas de baixa intensidade.
- Presença de sulcos de erosão.
- Raízes deformadas e concentradas na camada superficial do solo, tanto das espécies cultivadas, quanto de plantas daninhas.
- Elevada resistência do solo à penetração de raízes e a operações mecânicas de mobilização de solo.
- Entre outras, deficiência de água pelas plantas em curtos períodos sem chuva.

101

Quais são as principais práticas para diminuir a compactação do solo?

A descompactação do solo não está associada simplesmente ao ato de romper e fragmentar a camada compactada, mas ao tempo em que o solo permanecerá livre de nova compactação. Portan-

to, a descompactação do solo só é efetivada quando associa práticas mecânicas a práticas vegetativas, seja no ato da operação de descompactação, seja no manejo a ser adotado a partir desta operação.

Para simplesmente romper e fragmentar a camada compactada, pode-se empregar arado, regulado para operar a, pelo menos, 25 cm de profundidade, e escarificador, com possibilidade de espaçar as hastes entre si na razão de 1,2 a 1,3 vezes a profundidade de operação, quando as ponteiros das hastes tiverem cerca de 7 cm de largura. Para hastes com ponteiros mais estreitas, o espaçamento entre as hastes deverá obedecer a razões menores que 1,2 vezes a profundidade de operação.

Essa operação somente surtirá efeito se realizada quando o solo se apresentar com umidade na faixa de friabilidade. Contudo, para imprimir durabilidade aos efeitos dessa operação, é indispensável o cultivo imediato de uma espécie vegetal caracterizada por apresentar intenso e agressivo sistema radicular, objetivando preencher os espaços vazios criados pela ruptura da camada compactada. Para isso, as espécies adequadas são os cereais de verão (milheto, sorgo forrageiro, capim sudão, milho, milho consorciado com braquiária, etc.) e cereais de inverno (centeio, aveia branca e aveia preta).

É imprescindível destacar que a durabilidade da descompactação do solo dependerá do manejo de solo e de culturas que serão adotados nas safras agrícolas subsequentes, os quais estão descritos nas questões que tratam do conceito de agricultura conservacionista e de sistema plantio direto. Além disso, o emprego de semeadoras equipadas com elementos rompedores de solo tipo haste sulcadora, para semeadura de espécies que requerem espaçamento superior a 35 cm (soja, milho, sorgo, feijão, algodão, etc.), é também uma forma de amenizar e de prevenir os efeitos da compactação do solo.

102

No sistema integração lavoura-pecuária, o problema de compactação do solo é maior?

A compactação do solo ou a degradação do solo não depende do sistema de produção praticado, mas de como o modelo de produção é estruturado e de como o sistema de produção é manejado.

Para prevenir a compactação ou a degradação do solo, há que se considerar os princípios da agricultura conservacionista, tanto para compor o modelo de produção a ser adotado quanto para definir o manejo de solo e de cultura a ser praticado.

103

Qual é a umidade adequada do solo para se prepará-lo para plantio?

A condição ideal para operações no solo (aração, escarificação, gradagem e semeadura), é quando ele se encontra na faixa de umidade equivalente à friabilidade. Em campo, essa faixa de umidade pode ser facilmente identificada. Para isso, um torrão de solo deve ser coletado a 10 cm de profundidade, com diâmetro entre 2 cm e 5 cm e exerce-se sobre ele leve pressão entre os dedos polegar e indicador. Se o torrão desagregar-se, sem oferecer grande resistência e sem moldar-se ao formato dos dedos, é porque o solo encontra-se com a umidade na faixa de friabilidade.

104

Como a umidade do solo afeta as operações de preparo?



Quando o solo é preparado na condição de umidade inferior à da faixa de friabilidade, este tenderá a formar torrões. Quando o preparo do solo é feito na condição de umidade superior à da faixa de friabilidade, esse solo tenderá a compactar-se e a formar

torrões. A presença de torrões no solo afeta a qualidade da semeadura; da germinação das sementes; e da emergência das plântulas, com efeitos negativos sobre o estande de plantas desejado.

A compactação do solo é um processo de degradação de sua estrutura e, conseqüentemente, de sua fertilidade, pois, além de elevar sua resistência ao desenvolvimento das raízes das plantas, reduz o armazenamento e a disponibilidade de água para as plantas;

reduz o fluxo de ar ou de gases no solo; reduz a permeabilidade do solo à água e ao ar e gases; normalmente, baixa o pH do solo; e interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

105

Por que a rotação de culturas é considerada prática fundamental na cultura de trigo, no sistema plantio direto?

A rotação de culturas não, necessariamente, é prática fundamental para o cultivo de trigo em áreas manejadas sob o sistema plantio direto. O que, na realidade, é fundamental para o sucesso de qualquer espécie cultivada em sistema plantio direto é a diversificação de culturas.

A diversificação de culturas poderá ser feita via rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas. O que é importante na diversificação de culturas é evitar o cultivo sucessivo de espécies que apresentam problemas fitossanitários comuns e/ou que produzam restos de culturas de rápida decomposição.

O cultivo sucessivo de espécies com problemas fitossanitários comuns resulta na proliferação dos agentes causais dos problemas fitossanitários, e o cultivo de espécies produtoras de restos de cultura de rápida degradação resulta na redução ou ausência de cobertura permanente do solo. Exemplificando: em relação a problemas fitossanitários, não é indicado o cultivo de trigo em lavoura que foi cultivada com triticale (*X Triticosecale* Wittmack) no ano anterior e não é indicado o cultivo de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) ou de canola (*Glycine max* L.) antecedendo a cultura de soja.

Em relação à redução ou à ausência de cobertura permanente, não é indicado o cultivo sucessivo de canola/soja, nabo forrageiro/soja, ervilhaca/soja, etc. Especificamente, na cultura de trigo, o importante é evitar seu cultivo em dois anos agrícolas subsequentes.

106

Por que o monocultivo de trigo não é indicado?

O monocultivo de trigo (ou de qualquer outra espécie) não é indicado, porque gera problemas como:

- Pragas.
- Doenças.
- Plantas daninhas sem controle.
- Desequilíbrio biológico do solo.
- Degradação física do solo.
- Desbalanceamento das propriedades químicas do solo, com consequente queda de produtividade do sistema agrícola produtivo praticado.

107

Existem culturas que prejudicam ou ajudam o trigo, quando cultivado em sucessão a elas?

Sim. Toda espécie que é hospedeira de praga e/ou de doença, comum à cultura de trigo – e que antecede a cultura de trigo – poderá prejudicar o pleno desenvolvimento dessa cultura. Toda cultura que tenha baixa relação entre C (carbono) e N (nitrogênio), ou seja, toda cultura cujos restos culturais se decomponham, rapidamente, pode contribuir com a disponibilização de nutrientes para a cultura de trigo. Por isso é que a cultura de soja é ótima opção para anteceder a cultura de trigo. Na região de clima subtropical do Brasil, quando o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) é cultivado após a colheita de milho, também é excelente opção para anteceder a cultura de trigo.

108

Quais são as espécies indicadas na rotação de culturas com o trigo, no sistema plantio direto?

A adoção do sistema plantio direto em regiões de clima subtropical e tropical exige, obrigatoriamente, diversificação de culturas (rotação de culturas, consorciação de culturas e/ou sucessão de culturas) ao longo do tempo. O importante é evitar o monocultivo, ou seja, evitar o cultivo de uma única espécie ao longo do tempo, como, por exemplo, soja/pousio/soja.

Na diversificação de culturas, ao longo das safras, é conveniente revezar, espécies pertencentes a diferentes famílias. Não é indicado, por exemplo, cultivar milho/trigo, pois essas duas culturas pertencem

à mesma família, isto é, à família das poáceas. Quando se cultiva milho na safra de verão, imediatamente após a colheita desse milho, sugere-se que seja cultivado nabo forrageiro, por exemplo, como cultura de cobertura de solo, para, a seguir, se cultivar trigo.

Nesse caso, o modelo de produção é composto por milho/nabo forrageiro/trigo, em que o nabo forrageiro, pertencente à família das brássicas, é intercalado entre as poáceas milho e trigo. Contudo, a melhor cultura para anteceder a cultura de trigo ainda é a soja.

109

É possível cultivar trigo em áreas de várzea, adotando-se o sistema camalhão?

Diante de solo drenado e da disponibilidade de cultivar adaptada a esse solo sujeito a períodos de encharcamento, certamente há possibilidade de cultivar trigo em áreas de várzea.

O cultivo de trigo em áreas de várzea depende de duas tecnologias essenciais:

- Tecnologia de produto – Cultivar de trigo adaptada à nova condição de solo sujeito a períodos de encharcamento.
- Tecnologia de processo – Drenagem do solo, função do potencial gravitacional (energia potencial da água retida no solo em função de sua posição em relação à linha de drenagem) e do potencial matricial do solo (energia potencial da água retida no solo em função da porosidade e da qualidade superficial das partículas que compõem este solo).

A drenagem do solo é função do potencial gravitacional (energia potencial da água retida no solo em função de sua posição em relação à linha de drenagem) e do potencial matricial do solo (energia potencial da água retida no solo em função da porosidade e da qualidade superficial das partículas que compõem esse solo).

O potencial gravitacional dos solos de várzea é muito baixo, em razão da topografia plana do terreno. Por sua vez, o potencial matricial do solo depende da estrutura desse solo, ou seja, depende

da relação entre a quantidade de macroporos, a quantidade de microporos e da granulometria do solo. A relação entre macroporos e microporos do solo é o principal fator determinante do grau de drenagem desse solo.

A construção de camalhões para cultivo de trigo em áreas de várzea constitui uma tecnologia destinada a aumentar o potencial gravitacional do solo e reduzir o potencial matricial desse solo mediante alteração temporária da topografia do terreno e da estrutura do solo, respectivamente.

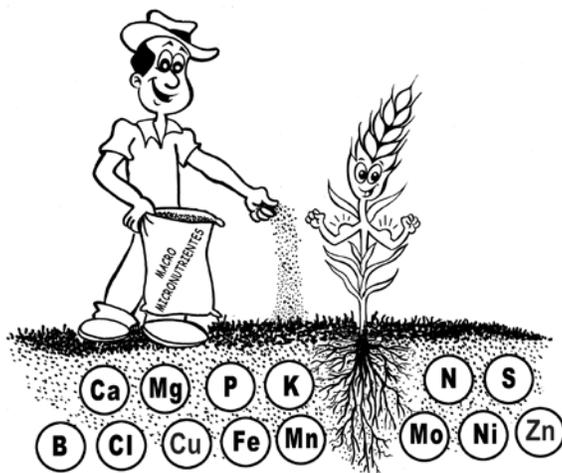
O camalhão é uma camada de solo drenado que, em razão do revolvimento do solo realizado em sua construção, aumenta o volume do solo e eleva a cota do terreno (maior potencial gravitacional) e aera o solo (menor potencial matricial), elevando a relação entre os macroporos e os microporos.

110

É possível cultivar trigo sob os princípios da agricultura orgânica?

Sim, é possível, em conformidade com os princípios e fundamentos da agricultura orgânica. Contudo, para que esse tipo de cultivo seja viabilizado, é preciso que as tecnologias preconizadas pela agricultura orgânica satisfaçam as exigências nutricionais da cultura e previnam ou controlem as pragas, tanto insetos-praga quanto doenças e plantas daninhas.

4 Calagem, Adubação de Base e Inoculação em Sementes



*Fabiano Daniel De Bona
Anderson Santi
José Pereira da Silva Júnior
Sirio Wiethölter*

Quais são as exigências nutricionais da cultura do trigo?

O adequado crescimento e desenvolvimento da planta de trigo somente é atingido quando o solo não possui concentrações limitantes de macronutrientes: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Potássio (K), Nitrogênio (N), Enxofre (S); e de micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Zinco (Zn).

A quantidade de cada nutriente demandada pela cultura do trigo depende das concentrações do elemento no tecido vegetal (órgãos vegetativos e grãos). Portanto, a demanda de macronutrientes para a cultura do trigo é muito maior que a de micronutrientes. Geralmente, a demanda de macronutrientes pela planta de trigo decresce na seguinte ordem: $N > K > P = Mg = Ca > S$.

A concentração de nutrientes considerada adequada na matéria seca da planta de trigo no início do espigamento situa-se na seguinte faixa de valores por elemento essencial:

- N = 20-30 g/kg.
- P = 3-5 g/kg.
- K = 15-30 g/kg.
- Ca = 2-5 g/kg.
- Mg = 1,5-5 g/kg.
- S = 1,5-4 g/kg.
- Cl = 2,5-10 g/kg.
- Cu = 5-15 mg/kg.
- B = 6-12 mg/kg.
- Zn = 25-70 mg/kg.
- Fe = 25-100 mg/kg.
- Mn = 25-100 mg/kg.
- Mo = 0,1-0,3 mg/kg.
- Ni = 0,070-0,090 mg/kg.



Como o melhoramento genético influencia a demanda de nutrientes e a adubação da cultura do trigo?

O melhoramento genético pode influenciar na demanda nutricional e na indicação de adubação da cultura do trigo de

duas formas: 1) na geração de cultivares com base na seleção de plantas com maior eficiência; 2) na geração de cultivares de elevada produtividade.

Cultivares de trigo mais eficientes na absorção e no uso dos nutrientes visam garantir alta produtividade com menor aplicação de fertilizantes em relação às cultivares com baixa eficiência de uso dos elementos essenciais, o que significa economia de adubos a serem aplicados na lavoura. Por sua vez, o aumento do potencial produtivo de novas cultivares de trigo pode aumentar a quantidade de fertilizante a ser recomendado na adubação, pois a extração de nutrientes aumenta de acordo com o aumento da produtividade da planta.

Nesse caso, o aumento no uso de adubos se justifica, pois há aumento proporcional da produção agrícola.

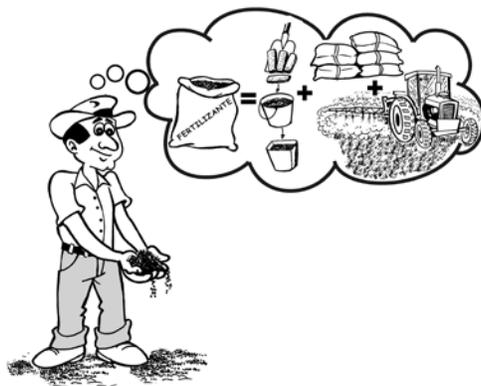
113

Qual é o critério utilizado para definir as doses de nutrientes a serem aplicadas no trigo?

As doses de nutrientes a serem aplicadas no trigo são calculadas com base na análise de solo, na expectativa de rendimento da lavoura e no nível tecnológico adotado pelo agricultor.

A análise de solo informa o teor de nutrientes no solo, o que serve de orientação para saber quais nutrientes estão em condições satisfatórias e quais precisam ser repostos.

A expectativa de rendimento se refere à produtividade que a cultivar de trigo pode atingir em determinada região climática. Quanto mais alto o potencial de rendimento da cultivar, maior será a exigência de nutrientes, o que se traduz em adubações mais elevadas.



O nível tecnológico da propriedade diz respeito ao plano de rotação/sucessão adotado pela propriedade, ao arranjo de semeadura definido e à qualidade de distribuição de sementes, à qualidade da semente comprada, à época de semeadura definida, ao perfil de adubos escolhidos, à expectativa de uso de aplicações de proteção e ao perfil de produtos químicos de controle a serem usados, além do uso de irrigação, dentre outros fatores que definem o teto de rendimento a ser obtido, o que certamente se reflete no uso de mais fertilizantes no cultivo das plantas quando o potencial produtivo esperado for mais alto.

Vale lembrar que o histórico da área agrícola traz informações fundamentais para a definição da adubação da lavoura de trigo. Destaca-se, ainda, que as recomendações de adubação da cultura de trigo e as doses a serem aplicadas podem ser consultadas nos manuais de recomendação de adubação e de calagem, específicos para cada região do País.

114 Qual é a importância da análise química de solo?

A análise de solo é importante na determinação dos teores dos principais elementos químicos de interesse para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, ainda na fase anterior à semeadura das culturas. Essa prática constitui fator determinante no estabelecimento de um programa de recomendação de adubação e calagem na propriedade e, nesse contexto, a análise química do solo desempenha papel importante em termos de monitoramento da sua fertilidade.

É importante salientar que as características químicas e físicas do solo podem determinar o sucesso ou o insucesso da atividade agrícola. Assim, o planejamento do sistema agrícola deve considerar como fundamental o manejo dessas características.

115 Quais procedimentos são necessários para uma correta amostragem de solo?

A amostragem do solo é feita em duas fases:

- Primeira fase – Deve-se considerar a divisão da propriedade em glebas homogêneas (quando não feita por amostragem em grade ou *grid* – no caso da agricultura de precisão), considerando o tipo de solo, a topografia do terreno, a vegetação e o histórico da área, como o manejo prévio, a adubação e/ou calagem diferenciada, etc.
- Segunda fase – Também deve-se considerar o tipo de amostrador, que depende, basicamente, da umidade do solo (trado holandês, trado de rosca, trado de caneco, trado calador, trado fatiador e pá-de-corte).

Embora a pá-de-corte seja o amostrador mais indicado, o número de subamostras por gleba homogênea é variável em função do amostrador utilizado (de 10 a 20 subamostras coletadas com pá-de-corte, ou 50 a 200 subamostras coletadas com trado de rosca).

Em todos os casos, deve-se homogeneizar a amostra e retirar, aproximadamente, 0,5 kg de solo para envio ao laboratório, em saco plástico devidamente identificado com as informações pertinentes à gleba (data, gleba, profundidade de amostragem, nome do proprietário e endereço).

116

Qual é a melhor época para se fazer amostragem de solo para análises químicas?

A amostragem de solo pode ser feita em qualquer época do ano. Entretanto, considerando o tempo entre a coleta e a análise no laboratório, deve-se proceder à amostragem com antecedência mínima de 3 meses em relação à semeadura do trigo.

117

Em que profundidade devem ser coletadas as amostras de solo e com que frequência essa análise deve ser feita?

As profundidades variam de acordo com o histórico de manejo, se plantio convencional ou sistema plantio direto. No sistema convencional, bem como no sistema plantio direto em implantação, as amostragens devem ser realizadas na camada de 0 cm a 20 cm.

No sistema plantio direto consolidado, as amostras devem ser coletadas na camada de 0 cm a 10 cm, o que não impede que sejam realizadas amostragens adicionais na camada de 10 cm a 20 cm no intuito de monitorar a fertilidade do solo em subsuperfície.

Em solos de Cerrado, considerando-se áreas novas, fazer a amostragem até 60 cm (0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm), visando corrigir possível impedimento químico ao desenvolvimento das plantas.

É importante que o monitoramento da fertilidade do solo por meio de amostragens e análise de solo seja feito com a maior frequência possível em cada lavoura da propriedade rural, pois os dados da análise química de solo são a base para uma recomendação de adubação da cultura, visando à aplicação racional de insumos e de efetivos ganhos de produção agrícola.

118

Que análises devem ser solicitadas ao laboratório, para avaliar a fertilidade do solo?

É imprescindível solicitar a determinação dos teores de argila, matéria orgânica, Al, Ca, Mg, P, K e S, bem como dos valores de pH (em água ou cloreto de Ca). Também é importante solicitar análise para micronutrientes (Bo, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), em áreas de Cerrado.

Normalmente, nos laudos de análise de solo, também constam outras informações importantes para o diagnóstico da fertilidade do solo, como:

- Capacidade de troca de cátions – CTC (efetiva e a pH 7,0).
- Concentração de H⁺A.
- Índice SMP.
- Saturação da CTC efetiva por Al.
- Saturação da CTC_{pH7,0} por bases.
- Soma de bases, dentre outros parâmetros.

119

A cultura do trigo é tolerante à acidez do solo?

Isso depende da cultivar de trigo. A característica de sensibilidade ou tolerância à acidez do solo (Al tóxico) em menor ou

maior grau é intrínseca de cada cultivar de trigo. Informações com relação à tolerância ao Al das cultivares de trigo devem ser fornecidas pelos obtentores das cultivares.

120

A aplicação de altas doses de calcário pode trazer problemas ao cultivo do trigo?

Sim. O excesso de calcário aplicado no trigo pode causar problemas decorrentes do aumento exagerado do pH do solo. Valores de pH do solo em água que superam a faixa de 6,0 a 6,5 podem diminuir a disponibilidade de micronutrientes catiônicos importantes, como Cu, Fe, Mn e Zn, o que pode ocasionar deficiências na planta e prejuízos na produção. Além disso, o pH do solo alto pode favorecer o aparecimento de doenças no trigo como a podridão-radicular (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), conhecida, popularmente, como mal-do-pé.

121

Qual deve ser o valor porcentual do poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário?

Não existe um valor específico de PRNT do calcário considerado adequado ou inadequado para uso agrícola. O PRNT é um parâmetro do produto corretivo calculado com base no poder de neutralização (PN) e no fator de reatividade (RE) do material componente do produto e que, na prática, indica a proporção do referido corretivo que, efetivamente, neutraliza a acidez do solo num período de 2 a 3 anos.

A legislação sobre corretivos de acidez exige um PRNT mínimo de 45%. Salienta-se que quanto menor o PRNT do calcário, maior deve ser a dose aplicada para neutralizar a acidez do solo, pois sabe-se que as recomendações de calagem dos manuais são feitas considerando um produto com PRNT 100%. Nesse contexto, o agricultor deve sempre considerar o custo do produto por unidade de PRNT e não apenas o custo por tonelada de calcário.

Vale lembrar que, além do PRNT, outros fatores são importantes a se considerar na compra do calcário como o teor de Mg, cuja deficiência pode ser determinante na produção do trigo em diversas regiões do País.

122 Qual é o momento de se fazer a calagem ao iniciar o sistema plantio direto e como deve ser feita a incorporação do calcário?

Nessa situação, a incorporação do corretivo da acidez do solo deve ser feita com arado de discos ou subsolador, na camada de 0 cm a 20 cm. No caso dos solos do Cerrado, é importante incorporar o calcário na camada 0 cm a 40 cm, quando possível.

Além disso, deve-se atentar para que essa prática seja executada com antecedência mínima de 3 meses da semeadura do trigo. Deve-se também sempre considerar a recomendação oficial para o estado/região.

123 Quais as vantagens da prática de correção de acidez do solo?

As principais vantagens são:

- Eliminação do Al trocável do perfil.
- Aumento do pH.
- Aumento da CTC.
- Elevação da saturação por bases do solo.

Além disso, a correção da acidez do solo possibilita aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas.

124 Em que situação a correção da acidez do solo é recomendada?

No caso do trigo, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, recomenda-se a correção da acidez do solo quando o pH estiver

abaixo de 6,0. Outros critérios adotados são o percentual de saturação da $CTC_{pH7,0}$ e a saturação da $CTC_{efetiva}$ por Al.

No Paraná e no Estado de São Paulo, quando a saturação por bases for inferior a 60%, deve-se aplicar calcário, visando sua elevação a 70%. Na região do Cerrado, para trigo de sequeiro, deve-se aplicar calcário (preferencialmente dolomítico) para elevar a saturação por bases a 50% e para trigo irrigado a 60%.

125

Para corrigir a acidez dos solos, que tipo de produto é mais comumente utilizado?

Os produtos mais indicados como corretivos de acidez do solo são o calcário dolomítico (com teor de óxido de Mg maior que 5%) e o calcário calcítico (com teor de óxido de Mg menor que 5%).

126

Como deve ser feita a aplicação de calcário na cultura do trigo e em que época?

Uma vez identificada a necessidade de se aplicar calcário, a aplicação deve ocorrer após a colheita da cultura antecessora e dependerá do manejo adotado. Caso se trate de plantio convencional, o corretivo deve ser incorporado na camada arável. No caso do sistema plantio direto, essa aplicação deve ser na superfície do solo.

127

Em que profundidade do solo o calcário deve ser incorporado?

No sistema de plantio convencional, o calcário deve ser incorporado por aração e gradagem, na camada de 0 cm a 20 cm. No sistema plantio direto (SPD), em fase de implantação, a camada a ser corrigida é de 0 cm a 20 cm, incorporando-se o corretivo com aração e gradagem. No sistema plantio direto consolidado, o corretivo da acidez do solo deve ser aplicado a lanço, na superfície.

128

Existe diferença na frequência de calagem entre plantio direto e plantio convencional?

A periodicidade da realização da calagem é definida pela análise do solo, independentemente do sistema. As amostragens visando à correção da acidez do solo devem ser feitas, preferencialmente, a cada 3 anos, tanto no plantio convencional quanto no sistema plantio direto.

129

Qual é a importância da adubação nitrogenada na cultura do trigo?

O nitrogênio (N) tem papel fundamental na cultura do trigo porque é o nutriente encontrado em mais alta concentração nos tecidos vegetativos e nos grãos, o que o caracteriza como sendo o elemento mais demandado pela planta de trigo. O N está envolvido na síntese de:

- Proteínas.
- Clorofila.
- Coenzima.
- Fitohormônios.
- Ácidos nucleicos.
- Metabólitos secundários.

Plantas deficientes em N apresentam baixo crescimento, clorose (amarelecimento ou branqueamento) das folhas e reduzida produção de grãos. Além do efeito positivo no aumento da produtividade de grãos, o aporte de N pode aumentar o teor de proteína, embora não necessariamente impacte na qualidade tecnológica do grão produzido, já que a qualidade tecnológica depende de vários fatores. Embora todos os nutrientes sejam importantes para o bom desempenho da cultura de trigo, pode-se afirmar que a adubação com N é a que mais produz respostas positivas na produção da lavoura de trigo.

130

Que dose de N deve ser aplicada no cultivo do trigo e qual o fertilizante nitrogenado mais usado na adubação do cereal?

Na cultura do trigo, a dose de N a ser aplicada pode variar de 60 kg/ha de N a 120 kg/ha de N. Salienta-se que a dose exata de N a ser fornecida via adubação ao trigo depende:

- Da análise de solo (teor de matéria orgânica do solo).
- Da cultura anterior (gramínea ou leguminosa).
- Da expectativa de rendimento vinculada à cultivar semeada.
- Da região homogênea de adaptação, onde o trigo será cultivado.

Sugere-se consultar as recomendações de adubação e de calagem específicas da região de cultivo do cereal para auxiliar na tomada de decisão de quanto N aplicar na lavoura de trigo. Na cultura do trigo, o fertilizante mais utilizado como fonte de N é a ureia (45% de N), que é usada, principalmente, na adubação de cobertura, executada em duas ocasiões do ciclo de crescimento e desenvolvimento do cereal: no início do perfilhamento e na fase de alongamento do colmo das plantas.

Na lavoura de trigo, a ureia possui a melhor relação custo-benefício por quilo de N aplicado, se comparado aos demais fertilizantes nitrogenados, bem como é fonte exclusiva desse elemento, o que facilita o manejo da adubação do sistema produtivo.

131

Qual é a importância do fósforo (P) para o trigo e como deve ser feita a adubação?

O P é muito importante para o estabelecimento da cultura do trigo porque está envolvido nos processos energéticos vitais da planta. Portanto, é muito importante não haver limitações de P à planta de trigo nas fases iniciais de crescimento, para não prejudicar o estabelecimento da lavoura, mormente se a temperatura do ar do período for baixa.

Essa é a principal razão por que se aplica todo o P recomendado, diretamente, no sulco de semeadura (disposto 2,5 cm ao lado e abaixo da semente) do trigo, usando como fonte os fertilizantes fosfatados simples ou a fórmula NPK.

132

Qual é a importância da adubação potássica para o trigo e como deve ser feita essa operação?

Depois do nitrogênio (N), o potássio (K) é o elemento com mais alta concentração no tecido vegetativo e nos grãos do trigo. Isso evidencia a alta demanda de K por esse cereal. Além de atuar na osmorregulação (controle das concentrações de sais nos tecidos ou células) e na resistência à seca da planta de trigo, o K também atua em funções importantes como no enchimento de grãos e na qualidade final do produto.

Quando as doses não são excessivas (<100 kg/ha de K_2O), aplica-se todo o K na linha de semeadura (disposto 2,5 cm ao lado e abaixo da semente) do trigo. Quando as doses forem muito altas (>100 kg/ha de K_2O), recomenda-se aplicar parte do K antes da semeadura ou em cobertura no trigo nas fases iniciais de crescimento e no desenvolvimento da cultura. Na semeadura, usa-se a formulação NPK e, em cobertura, geralmente opta-se pelo cloreto de potássio.

133

Como decidir sobre a fórmula comercial de adubo a ser adquirida para se fazer a adubação?

Na cultura do trigo, a fórmula comercial de adubo a ser aplicada depende da concentração dos nutrientes no solo e da demanda da cultura. Muitas vezes, não é preciso usar uma fórmula comercial (NPK), pois as limitações no solo podem ser relativas a somente um elemento. Por exemplo, caso a análise de solo detecte que P é o elemento limitante para o crescimento da cultura do trigo, opta-se por um fertilizante que contenha somente ou preponderantemente P, o que certamente será mais econômico e manterá o solo equilibrado em termos de proporções de nutrientes disponíveis à planta.

Ao longo do tempo, o uso indiscriminado de fórmulas comerciais causa grandes desequilíbrios no balanço de nutrientes disponíveis às plantas na lavoura, o que acaba afetando a produção, pois altas concentrações de determinados nutrientes atuam de forma antagonista (contrária) na absorção e no uso de outros elementos essenciais. Vale lembrar que adubar bem não é adubar bastante, mas fornecer à planta, de forma balanceada, cada nutriente que ela necessita, na dose ideal (demanda da própria planta).

134

Como deve ser feita a adubação de base no trigo: a lanço ou na linha?

A adubação de base com nitrogênio-fósforo-potássio (NPK) deve ser feita na linha de semeadura do trigo. Essa adubação deve ser recomendada a partir da análise de solo prévia, observando-se parâmetros como: cultivar de trigo, potencial de produção, histórico da área e nível técnico da lavoura.

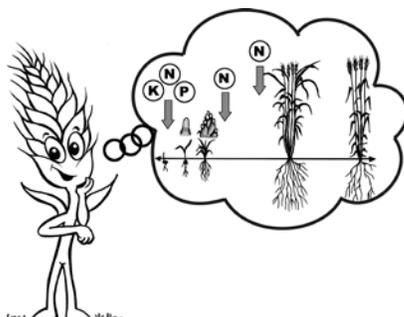
A adubação com micronutrientes – detectados em teor limitante pela análise de solo ou análise foliar na cultura antecedente – deve, preferencialmente, ser feita juntamente com a adubação de base e na linha de semeadura do cereal.

A adubação de cobertura é necessária para o N e deve ser fracionada de acordo com o estágio da cultura, o que sincroniza as taxas de demanda do elemento pela planta e a disponibilidade do nutriente no solo e, ao mesmo tempo, evitando perdas do fertilizante por lixiviação.

135

Quais são as épocas adequadas para se adubar o trigo?

Geralmente, a adubação com P, K e micronutrientes é feita mediante uma única aplicação no momento da implantação da lavoura e



diretamente na linha de semeadura da cultura do trigo. Parte do N é aplicada na semeadura (aproximadamente 20 kg/ha a 30 kg/ha) e parte em cobertura, em duas épocas que coincidem com o estágio de perfilhamento (afilhamento) e alongamento do colmo da planta de trigo. Esse procedimento é recomendado em regiões com precipitação pluvial normal e evita perdas de N por lixiviação, além de sincronizar o período de maior demanda desse nutriente da cultura, com sua disponibilidade no solo.

Regiões que cultivam trigo em períodos com baixa precipitação pluvial (Cerrado brasileiro) podem optar por aplicar todo o N na semeadura, especialmente se a dose aplicada não for excessiva. Salienta-se que adubações de cobertura com K (potássio) podem ser executadas se houver deficiência do nutriente durante o transcorrer do ciclo da cultura do trigo.

Embora a adubação via solo na semeadura da cultura do trigo seja sempre a mais indicada, pode-se lançar mão da aplicação de micronutrientes em cobertura ou via foliar, para correção pontual de deficiências de micronutrientes que ocorram durante o crescimento e o desenvolvimento do trigo. Aplicações tardias (estádios de crescimento e desenvolvimento avançados) de micronutrientes não resultam em benefício à planta.

136

Quais são os principais sintomas de deficiência dos macronutrientes na cultura do trigo?



Os sintomas de deficiência decorrente da limitação de macronutrientes podem ser assim resumidos:

Deficiência de nitrogênio (N) – Clorose (amarelecimento) das folhas mais velhas (folhas baixeras), o que pode evoluir para necrosamento (morte do tecido foliar). Quando a deficiência de N é muito severa, observa-se clorose generalizada da planta e baixíssimo crescimento vegetativo.

Deficiência de fósforo (P) – Folhas velhas sofrem bronzeamento que evolui da ponta para a base da folha. O avanço da deficiência de P causa secamento das folhas mais velha, baixo crescimento da planta e redução no número de afillhos.

Deficiência de potássio (K) – Inicialmente, as folhas mais velhas tornam-se amareladas na região do ápice e, em seguida, aparece a necrose ou secamento da região apical da folha, em formato de “V” invertido.

Deficiência de magnésio (Mg) – Folhas mais velhas se caracterizam pela coloração verde-amarelada, mas verificam-se manchas com coloração amarelo-amarronzadas, espalhadas no limbo foliar.

Deficiência de cálcio (Ca) – Folhas mais novas (folhas superiores em pleno crescimento) apresentam amarelecimento dos ápices, que evolui para enrolamento e necrose da ponta, e deformações das margens do restante da folha (folhas com margens retorcidas).

Deficiência de enxofre (S) – Folhas mais novas, totalmente cloróticas (amareladas). A deficiência severa de S pode ocasionar o amarelecimento generalizado das folhas da planta, o que pode ser confundido, facilmente, com deficiência de N.

137

Se o produtor fizer alta adubação no trigo e tiver uma frustração de safra, pode-se considerar que parte dessa adubação estará disponível para a soja semeada na sequência?

Depende do evento que causou a frustração de safra do trigo. Por exemplo, excesso de chuvas que culminam em baixa produtividade do cereal também ocasionam esgotamento da fertilidade do solo por erosão superficial ou lixiviação de nutrientes móveis para camadas subsuperficiais. Já os nutrientes considerados imóveis ou pouco móveis (P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, etc.), raramente são perdidos por lixiviação, em quantidades significativas.

No entanto, se a frustração de safra ocorreu devido a eventos como seca ou doenças e em decorrência de pragas que limitaram o crescimento da planta e a produção de grãos de trigo, tem-se acúmulo de nutrientes derivados do fertilizante no solo, os quais podem ser aproveitados pela cultura subsequente.

Geralmente, por questão de segurança, recomenda-se fazer análise de solo nas áreas que registraram perdas de produção expressivas, de modo que o técnico tenha subsídios mais precisos para recomendar ou não a redução na aplicação de fertilizantes na cultura subsequente, que será semeada (soja, milho, etc.).

138

Como definir a necessidade de adubação com micronutrientes?

Embora a disponibilidade de micronutrientes no solo possa ser detectada pela análise química deste, a melhor forma de diagnosticar o estado nutricional da cultura do trigo é pela análise foliar e a observação visual de sintomas de deficiência na planta.

A partir dos resultados da análise foliar, o agricultor pode lançar mão de adubação com fertilizantes que possuem os micronutrientes que estão limitantes no tecido vegetal da planta de trigo. Essa adubação pode ser feita via foliar ou em cobertura, para correção das deficiências durante o ciclo da cultura. Obrigatoriamente, deve-se adubar o sulco de semeadura, na implantação da próxima cultura na lavoura.

139

Caso ocorra deficiência de S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn na cultura do trigo, quais fertilizantes e que doses devem ser aplicados?

Com relação ao macronutriente S, tem-se diversas opções de fertilizantes que contém esse elemento em sua composição, no mercado. Algumas fontes de S são concentradas e em outras esse elemento aparece como secundário na formulação. Geralmente, uma fonte pouco onerosa de enxofre (S) para correção de deficiência é o gesso agrícola, o qual ainda presume-se possuir função de condicionador de solo.

No que se refere aos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, observa-se que no mercado existem inúmeros produtos com ação fertilizante que servem de fonte desses nutrientes. Mais importante

do que a escolha do fertilizante é o diagnóstico preciso de qual micronutriente se encontra limitante na planta, o que é obtido, na análise foliar.

Recomenda-se fazer a correção por meio de adubação apenas do micronutriente limitante, usando-se fertilizante específico para suprir a demanda do referido elemento às plantas. Além disso, deve-se evitar ao máximo aplicar um coquetel ou mistura de vários micronutrientes na lavoura, pois o desequilíbrio de concentração e de proporções desses elementos no solo pode ser tão prejudicial quanto a própria limitação por baixa quantidade disponível.

É importante ainda ter muito cuidado ao determinar a dose de micronutrientes, pois a faixa crítica de concentração ótima na planta que delimita a deficiência ou a toxidez é muito estreita para a maioria dos elementos.

140

A correção de deficiências de micronutrientes na cultura do trigo por aplicação foliar é eficiente?

Geralmente, a aplicação foliar de micronutrientes na cultura de trigo serve como medida paliativa para amenizar os efeitos de deficiência detectados durante o ciclo de crescimento e de desenvolvimento da planta. Obrigatoriamente, recomenda-se que seja feita a coleta de folhas (folhas-bandeira) do trigo para se proceder à análise foliar e, após a safra, a coleta de amostras de solo, para análise química completa, visando executar a efetiva correção de micronutrientes via adubação no solo, antes ou na semeadura da próxima cultura agrícola, componente do sistema de rotação da lavoura.

141

Podem-se aplicar nutrientes juntamente com defensivos agrícolas?

Embora essa prática tenha grande apelo econômico, por diminuir gastos com a entrada de maquinário na lavoura em operações separadas para aplicação de defensivos e de micronutrientes, ainda

há pouca informação com relação a essas misturas e o quanto se pode prejudicar (ou favorecer) a eficiência do defensivo agrícola ou do aproveitamento do micronutriente mediante essa prática.

Por isso, vale a pena consultar as recomendações de cada produto e verificar se há possibilidade de se fazer essas misturas sem riscos, para garantir a eficiência do produto, evitar a fitotoxicidade e manter a integridade do equipamento de aplicação. Para efetiva correção de teores no solo, proporcionando crescimento de culturas agrícolas bem nutridas, o melhor método de aplicação de micronutrientes é via solo e no momento da semeadura.

142

Qual é a quantidade e como devem ser usados os adubos orgânicos?

Na cultura de trigo, a quantidade de adubo orgânico a ser usada depende, essencialmente do tipo de fertilizante orgânico que se pretende aplicar, da análise de solo e da demanda da cultura.

Nesse contexto, o cálculo da quantidade de material orgânico aplicado é obtido com base na quantidade de matéria seca, na concentração de nutrientes, no tipo de matéria seca, e no índice de eficiência de cada nutriente disponível (taxa de liberação do nutriente) no adubo orgânico.

É primordial ter a caracterização química do fertilizante orgânico que permita planejar a adubação das lavouras com este. Além disso, recomenda-se que os adubos orgânicos sejam aplicados ao solo antes da semeadura da cultura, para melhorar o aproveitamento dos nutrientes e evitar perdas por lixiviação ou por escoamento superficial.

143

Quais são as vantagens e as desvantagens da adubação orgânica?

Vantagens – As vantagens do uso da adubação orgânica estão no aproveitamento de um produto que muitas vezes é subproduto da propriedade rural ou se encontra em abundância na região

onde o trigo está sendo cultivado, ou seja, trata-se de uma fonte de nutrientes de baixo custo para a lavoura. O material orgânico pode ser importante para quem pratica a agricultura orgânica e tem seu nicho de mercado definido.

Desvantagens – As principais desvantagens estão relacionadas às eventuais dificuldades de aplicação no campo, dependendo da característica física do material, heterogeneidade de diferentes lotes de produto quanto às características químicas, menor velocidade de disponibilização de nutrientes e necessidade de uso de doses maiores em comparação aos fertilizantes tradicionais.

144

Existem inoculantes para sementes de trigo e quais suas funções?

Sim. Existem, no mercado, vários inoculantes devidamente registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Em sua composição, esses produtos possuem a bactéria *Azospirillum brasilense*, que fixa N do ar e produz fitohormônios.

Ao se associarem às raízes de trigo, tais bactérias podem promover o crescimento da planta. A eficiência agrônômica dos inoculantes pode variar em função das condições de cultivo do trigo.

145

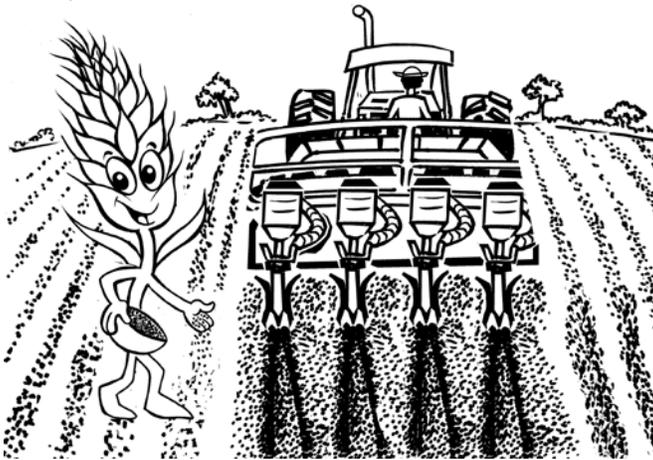
Qual é a eficiência do uso de *Azospirillum* no suprimento de N, na cultura do trigo?

Há registro de suprimento de no máximo 30 kg/ha de N devido ao uso da inoculação com *Azospirillum*. No entanto, sua recomendação não é indicada para todas as situações, pois há casos em que a contribuição em N para a cultura é nula ou não perceptível. Portanto, diferentemente da cultura da soja, em que o rizóbio pode suprir quase a totalidade do N demandado pela leguminosa, no trigo, a maior parte da demanda de N é suprida pela adubação mineral, ou pelo próprio solo, via decomposição da matéria orgânica e dos resíduos culturais.

O balanço entre essas fontes de N para a cultura vai depender do nível de matéria orgânica do solo, das condições climáticas durante o período de cultivo e da cultura que antecede o trigo no sistema de rotação.

Enfim, os fatores que afetam a disponibilidade de N também se refletirão na eficiência do *Azospirillum* em ser fonte de N para o trigo. É importante destacar que o *Azospirillum* também age sobre o crescimento radicular, o que resulta na melhoria da absorção de água e de outros nutrientes, principalmente em condições de baixa disponibilidade de água no solo.

5 Semeadura, Práticas de Manejo e Adubação Nitrogenada em Cobertura



*João Leonardo Fernandes Pires
Mércio Luiz Strieder
Henrique Pereira dos Santos
Fabiano Daniel De Bona*

Quais são os principais fatores promotores do rendimento de grãos no trigo?

Alguns fatores podem ser considerados promotores do rendimento de grãos do trigo. Entre eles, citam-se:

- Escolha da(s) cultivar(es) mais adaptada(s) para cada realidade de produção (incluindo qualidade de sementes).
- Escolha da época de semeadura.
- Arranjo de plantas (população e espaçamento entre linhas) adequado.
- Conhecer as limitações regionais e ajustar o manejo para obter o melhor resultado nesta situação.
- Estratégias de calagem e de adubação de semeadura e de cobertura.
- Histórico da área com cultivos anteriores e manejo associado.
- Plano de rotação e de sucessão de culturas.
- Grau e desejo de investimento na lavoura.



Para ter sucesso no cultivo de trigo no norte do Paraná (região VCU 3), deve-se usar alta quantidade de insumos (sementes, fertilizantes, aplicações de fungicidas, etc.)?

Não, necessariamente. A relação nível de tecnologia e sucesso na colheita é muito complexa. Nem sempre existe relação direta entre uso de muitos insumos e o máximo rendimento de grãos. O sucesso do cultivo de trigo está associado à rentabilidade da

cultura e ao respeito ao ambiente. Pode-se usar tecnologia de ponta e ao mesmo tempo montar sistemas poupadores de insumos.

São aspectos fundamentais para o sucesso da lavoura de trigo:

- Ajuste correto das práticas de manejo de trigo para a realidade regional, conhecendo-se as limitações de ambiente (e o máximo rendimento de grãos possível na região de cultivo)
- Histórico de culturas e o rendimento de grãos das áreas.
- Expectativa de rendimento de grãos para o ano de cultivo.
- Utilização de manejo validado para a região (com ênfase em práticas promotoras de rendimento de grãos e manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas).

O que se tem que entender é que as margens de receita em trigo são pequenas e que cada ação de manejo deve ser planejada, criteriosamente.

148 O que é rotação de culturas?

É alternância de diferentes culturas numa mesma área, tanto no inverno como no verão. Essa alternância deve ser efetuada de acordo com o planejamento adequado, considerando diversos fatores, entre eles a cultura predominante na região, em torno da qual será programada a rotação, além de fatores de ambiente (principalmente temperatura e precipitação pluvial) que influirão nas culturas escolhidas para integrar o sistema de produção de grãos.

A rotação de culturas é uma estratégia importante quando se quer resolver um problema de doença ou de praga em dada espécie, que está influenciando no rendimento de grãos ou de pastagens. Além disso, em longo prazo, a rotação de culturas melhora a química, a física e a biologia do solo:

- Pelo aumento do teor de matéria orgânica.
- Pelo aporte constante dos resíduos vegetais das leguminosas ou gramíneas.
- Pelo sistema diferenciado de raízes.
- Pela penetração e a descompactação biológica do solo.

149 Qual é a importância da rotação de culturas para trigo?

A rotação de culturas é de suma importância para os cereais de inverno. No caso específico do trigo, pode-se manter ou estabilizar ou aumentar o rendimento de grãos. Isso pode acontecer em decorrência do conjunto de benefícios proporcionados pela rotação de culturas, como: redução da erosão, melhoria das características químicas e físicas do solo e contribuição para o controle de doenças, pragas e plantas daninhas.

150 Quais são as melhores opções de rotação de culturas para trigo?

Pelos estudos desenvolvidos pela Embrapa Trigo, destacaram-se as leguminosas como ervilhaca (*Vicia sativa* L.), serradela (*Ornithopus sativus* Brot.), tremoço (*Lupinus* spp), e trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi), seguidos pela aveia-branca (*Avena sativa* L.) e pela aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), a canola (*Brassica napus* L.), o linho (*Linum usitatissimum* L.) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), como as melhores opções de rotação de inverno para a cultura de trigo.

151 Trocar trigo por cevada ou triticale é rotação de culturas?

As culturas de cevada e de triticale não podem ser consideradas como opções para fazer rotação de culturas com o trigo, por que elas podem manter ou aumentar os denominados parasitas necrotróficos (que se alimentam de restos orgânicos), que transmitem as doenças do sistema radicular do trigo, como o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) e a podridão-comum (*Bipolaris sorokiniana*).

152 Quantos anos são necessários deixar uma área sem trigo, para obter os benefícios da rotação?

Pelos estudos desenvolvidos pela Embrapa Trigo, tanto no preparo convencional de solo como no sistema plantio direto,

somente um inverno sem trigo já é o suficiente para a cultura retornar na mesma área de cultivo, sem diminuir o rendimento de grãos. Um exemplo de um sistema de rotação para trigo é trigo/soja e ervilhaca/milho.

153

O pousio cumpre a mesma função da rotação de culturas para trigo?

Não. O pousio de inverno não seria indicado como rotação para cultura de trigo, por vários motivos, tais como:

- A área ficaria descoberta no inverno possibilitando o processo de erosão.
- Poderia ser fonte de perpetuação de doenças tanto do sistema radicular como da parte aérea do trigo, pela vegetação espontânea de outras gramíneas.
- Facilitaria o crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas infestantes do trigo.

Além disso, a falta de cobertura do solo dificultaria o manejo do sistema plantio direto, como também pode contribuir para o agravamento do efeito estufa pela baixa adição de carbono ao solo.

154

Como escolher a época de semeadura adequada para minha região?

Atualmente, a época de semeadura de trigo é definida pelo Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Para cada município onde existe indicação de cultivo de trigo, estão disponíveis as datas de início e final do período de cultivo. Essas datas levam em consideração os seguintes aspectos:

- A cultivar que se deseja usar.
- O solo da região de cultivo.
- Os riscos climáticos para trigo em cada local, entre outros critérios.

As informações podem ser obtidas no portal do Mapa (BRASIL, 2015).

155

O que acontece quando a semeadura é antecipada em relação à época ideal?

Semeaduras antecipadas podem aumentar o risco de perdas em função de fatores bióticos ou abióticos. Por exemplo, no Sul do Brasil, a antecipação da semeadura em relação à época indicada pode aumentar o risco de danos por geada, pois os estádios de emborrachamento, de espigamento e de florescimento (mais críticos quanto a danos por geada) podem acontecer ainda dentro do período com risco elevado de geadas. Nessa situação, os danos podem ser parciais ou totais.

Outro exemplo, na região tropical do Brasil, no sistema de cultivo de sequeiro, a antecipação da semeadura pode aumentar o risco de brusone (*Magnaporthe oryzae*), uma vez que o período de espigamento ocorre ainda na época das chuvas com umidade suficiente para desencadear a ocorrência dessa doença que, nessas condições, pode causar danos de grande monta. Portanto, sugere-se respeitar o período de semeadura estabelecido pelo Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa), para cada município apto ao cultivo de trigo.

156

O que acontece quando a semeadura é atrasada em relação à época considerada ideal?

Além da redução do potencial produtivo, pode ocorrer maior exposição a riscos climáticos negativos. Também podem ocorrer implicações para fins de crédito de custeio agrícola oficial e de seguro rural privado e público, o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro).

157

Que aspectos devem ser levados em consideração na escolha da cultivar de trigo?

Ao se escolher uma cultivar de trigo, deve-se considerar os seguintes aspectos:

- A cultivar deve ser indicada para a região e época de semeadura em que se pretende cultivar trigo.
- A cultivar deve apresentar qualidade tecnológica compatível com as necessidades de mercado da região, proporcionando maior liquidez e/ou maior rentabilidade.
- A cultivar deve apresentar características agrônômicas compatíveis com as condições de cultivo da região e que permitam o cultivo de trigo de forma competitiva e sustentável.

Dentre essas características podem-se citar: elevado rendimento de grãos, estatura de plantas adequada, boa resistência/tolerância às principais doenças do trigo que ocorrem na região, adequada resistência à germinação na espiga (que não se debulhe no campo) e elevado peso hectolítrico (acima de 78 kg/hl).

158

No que consiste o escalonamento de cultivares?

Consiste na utilização de cultivares de diferentes ciclos em diversas épocas de semeadura. Essa prática pode ser adotada para reduzir riscos causados por adversidades climáticas. Por exemplo, para reduzir riscos de danos por geadas no período crítico do trigo no Sul do Brasil, pode-se optar por cultivares de ciclo tardio no início da época de semeadura, enquanto as de ciclo precoce devem ser semeadas no final da época indicada.

159

O escalonamento de cultivares garante escalonamento de colheita?

Nem sempre o escalonamento de cultivares permite se fazer colheita em momentos distintos. Cultivares de diferentes ciclos,

semeadas em épocas distintas, dependendo do planejamento feito e de questões ambientais, podem atingir a maturação de colheita em datas bastante próximas. Por exemplo, se no início da época forem semeadas cultivares tardias e ao final dessa mesma época forem semeadas cultivares precoces, ambas podem chegar ao final do ciclo ao mesmo tempo.

Se isso é positivo ou negativo, vai depender de cada realidade de produção. Geralmente, colheitas escalonadas são interessantes em áreas grandes, quando não se dispõe de maquinário para colheita e/ou equipamentos para beneficiamento/armazenamento suficientes para dar conta da produção de toda área colhida num mesmo período. Também são interessantes como diluição de risco em caso de possibilidade de perdas, principalmente, por eventos climáticos.

Em caso de logística suficiente, colheitas concentradas são interessantes em situações de cultivos intensivos, onde se necessita liberar a área ou as estruturas de colheita, beneficiamento ou armazenamento no menor tempo possível para a cultura seguinte. Na escolha dessa opção, deve-se preferir a colheita concentrada em situações de maior previsibilidade de riscos climáticos, pois possíveis eventos extremos na colheita impactarão, negativamente, toda a lavoura.

160

O que se modifica quando se muda a população e o espaçamento entre as linhas do trigo?

Quando se varia a população e o espaçamento entre as linhas de trigo, modifica-se a área disponível para cada planta na lavoura. O ajuste adequado dessa área tem:

- Reflexos positivos no aproveitamento da radiação incidente.
- Maior competição com as plantas daninhas.
- Menor competição entre as plantas de trigo.
- Melhor aproveitamento de água e de adubo aplicado.

A falta ou excesso de plantas pode comprometer, negativamente, o rendimento de grãos. Populações muito baixas são muito depen-

dentadas das condições de ambiente (como disponibilidade hídrica) e nutricionais para garantir níveis de afilamento adequados. Já em populações muito elevadas, a produção será baseada, quase que exclusivamente, na produção da planta-mãe, aumentando o número de plantas que não emitem espigas ou quando as emitem são pequenas.

161 É melhor semear trigo em linha ou a lanço?



Deve-se dar preferência para semeadura de trigo em linha, por distribuir mais uniformemente as sementes, pela maior eficiência na utilização de fertilizantes e menor possibilidade de danos às plantas, quando da utilização de herbicidas em pré-emergência.

162 Qual é o espaçamento entre linhas, indicado para o cultivo do trigo?

O espaçamento entre linhas indicado para o cultivo de trigo varia de 17 cm a 20 cm.

163 O que é semeadura de trigo em linhas pareadas?

É a semeadura de duas linhas próximas, geralmente com espaçamento de 17 cm a 20 cm, e entre estas e as próximas duas linhas, espaçamento de 34 cm ou 40 cm. Seria o mesmo que retirar uma linha a cada duas linhas.

Esse sistema busca aproveitar o chamado “efeito de borda”, em que a maior área disponível para cada linha no espaçamento maior (34 cm a 40 cm) permitiria maior penetração de radiação solar no dossel (permitindo maior contribuição de folhas de partes baixas da

planta na fotossíntese) e maior espaço para aproveitamento de água e nutrientes.

Em algumas situações, essa conformação pode resultar em aumento no rendimento de grãos. Salienta-se que a população de plantas deve ser a mesma que a utilizada no espaçamento convencional. Portanto, o número de plantas por metro de fileira é maior no sistema de linhas pareadas do que no sistema de linhas simples.

Possíveis desvantagens desse sistema consistem na dificuldade de a cultura cobrir toda a área, diminuindo a capacidade da cultura em competir com plantas invasoras. Além disso, a cultura e as condições de cultivo (ambiente e insumos) devem ser suficientes para que as plantas das linhas pareadas compensem a falta das linhas, ou seja, que o efeito de borda seja mais pronunciado que a queda, no rendimento proporcionado pela exclusão de algumas linhas.

164

É possível semear trigo no mesmo espaçamento entre linhas que a soja?

Essa prática não é aconselhável. Como atualmente o espaçamento da soja, em média, é de 45 cm a 50 cm, esse espaçamento seria muito amplo para o cultivo do trigo. O espaçamento é uma das formas de se modificar o arranjo de plantas em trigo. Espaçamentos muito amplos (acima dos indicados para trigo) aumentam o número de plantas por metro de fileira, aumentam a competição entre as plantas na linha e o espaço disponível sem ocupação por plantas na entrelinha. Isso diminui a eficiência no aproveitamento dos fatores do meio como radiação e água, além de permitir maior proliferação de plantas daninhas do que cultivos em espaçamentos estreitos.

Portanto, com a semeadura de trigo no espaçamento de soja se beneficiaria a soja, prejudicando o trigo. Uma possibilidade compatível com as duas culturas seria semear trigo e soja a 20 cm de espaçamento entre linhas. Nessa situação, o trigo está no espaçamento indicado e a soja, dependendo da cultivar, época de semeadura e região, poderia se beneficiar, pois o arranjo de plantas estaria mais perto da equidistância (mesma distância entre plantas na linha e na entrelinha).

165 Qual é a população de plantas indicada para trigo?

O trigo apresenta uma faixa de população de plantas que garante rendimento de grãos elevado. Essa faixa depende de vários fatores, como cultivar, tipo de sistema e a região de cultivo. Geralmente, a população de plantas indicada situa-se entre 300 plantas/m² e 330 plantas/m². Várias empresas que produzem cultivares têm indicado populações específicas para cada cultivar, devendo-se buscar essas informações específicas.

Em regiões mais quentes e em semeaduras tardias, sugere-se maior população de plantas. Para regiões mais frias e semeaduras no início da época indicada, sugere-se menor população de plantas. No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, a população indicada é de 250 plantas/m² para cultivares semitardias e tardias, e de 300 plantas/m² a 330 plantas/m² para cultivares de ciclo médio e precoce.

Para cultivares tardias, quando semeadas para duplo propósito (pastejo e colheita de grãos ou somente pastejo), a população sugerida é de 300 plantas/m² a 400 plantas/m². No Paraná, em Mato Grosso do Sul e no Estado de São Paulo, a população indicada varia de 200 plantas/m² a 400 plantas/m², em função do ciclo, porte da cultivar, tipo de solo e clima.

Em Minas Gerais, em Goiás, na Bahia, em Mato Grosso e no Distrito Federal, a população para o sistema de sequeiro é de 350 plantas/m² a 450 plantas/m². Em solos de boa fertilidade, sem alumínio trocável, devem-se usar 400 plantas/m². Para trigo irrigado, a população indicada é de 270 plantas/m² a 350 plantas/m².

166 Qual é a quantidade de sementes indicada para a semeadura?

A quantidade de sementes indicada depende da população de plantas a ser utilizada. Sabendo-se a população, deve-se considerar o peso de mil sementes da cultivar usada, o poder germinativo da semente e possíveis perdas inerentes ao processo de semeadura mecânica. Com base nessas informações, calcula-se a quantidade de sementes a ser utilizada.

167

Como se calcula a quantidade de sementes necessária para se semear 1 ha de trigo e o número de sementes por metro de fileira a ser usada?

Para se semear 1 ha de trigo, calcula-se a quantidade de sementes necessárias pela seguinte fórmula:

$$\text{kg de sementes/ha} = \frac{(\text{número de sementes/m}^2) \times (\text{peso de 1.000 sementes})}{\text{poder germinativo (\%)}}$$

Por exemplo, com uma indicação de população de 300 plantas/m² (ou seja, n^o de sementes/m² = 300), peso de 1.000 sementes da cultivar escolhida igual a 36 g e poder germinativo da cultivar escolhida de 90%, a quantidade de sementes por hectare será de 120 kg/ha.

Para se calcular o número de sementes por metro de fileira, pode-se usar a seguinte fórmula:

$$\text{Número de sementes/metros de fileira} = \frac{(\text{número de sementes/m}^2) \times (\text{espaçamento entre linhas})}{\text{poder germinativo (\%)}}$$

Por exemplo, considerando-se a mesma indicação de população, de 300 plantas/m² (ou seja, número de sementes/m² = 300), espaçamento entre linhas igual a 17 cm e poder germinativo da cultivar escolhida de 90%, o número de sementes por metro de fileira será de 57 sementes/metro de fileira.

168

Qual é a profundidade de semeadura indicada para trigo?

A profundidade de semeadura indicada para trigo varia de 2 cm a 5 cm. Possíveis variações na profundidade de semeadura estão geralmente associadas com as condições de umidade do solo.

Em áreas mal drenadas (com excesso de umidade), sugere-se fazer semeaduras próximas à superfície. Já em áreas com falta de umidade no solo e, pelo fato de as camadas superficiais do solo secarem mais rápido que as profundas, sugerem-se semeaduras mais profundas. Outra questão relacionada com a profundidade de

semeadura é a possibilidade do ataque da semente por patógenos presentes na área ou trazidos pela própria semente.

Semeaduras profundas aumentam o tempo de emergência, deixando as sementes mais vulneráveis ao ataque de patógenos do que semeaduras em menores profundidades. Dependendo de outros fatores, esse ataque pode reduzir a viabilidade da semente e o vigor da plântula formada.

169

A semeadura mais profunda resulta em maior profundidade do sistema radicular?

Nem sempre a semeadura feita em maior profundidade resulta em maior profundidade do sistema radicular, pois exigem grande quantidade de reservas presentes nas sementes e, por isso, as plântulas demoram mais para emergir do que semeaduras em menores profundidades.

A concentração das raízes de trigo no perfil do solo vai depender de fatores como:

- Disponibilidade hídrica.
- Características químicas e de textura do solo.
- Presença ou não de camada compactada/adensada no solo.
- Características genéticas da cultivar utilizada, entre outros.

Assim, em se tratando de definir a profundidade do sistema radicular, na maioria das vezes, esses fatores são mais importantes que a profundidade de semeadura.

170

O tamanho da semente afeta o rendimento da cultura do trigo?

Geralmente, não. O rendimento de grãos é o resultado de uma série de processos que ocorrem durante todo o ciclo da cultura. Sementes maiores podem apresentar maior quantidade de reservas, favorecendo a emergência em situações adversas (semeaduras profundas, baixa disponibilidade de água, entre outras).

Alguns trabalhos verificaram que em semeaduras profundas, sementes maiores emergem mais rápido que sementes pequenas e tendem a apresentar plântulas maiores. Entretanto, isso não garante que, ao final do ciclo, elas confirmem maior rendimento de grãos. É importante salientar que, atualmente, as sementes de trigo não são classificadas por tamanho, para a venda.

171 O inoculante usado no trigo fixa o nitrogênio ou não?

Atualmente, o inoculante utilizado em trigo é composto por bactérias associativas (*Azospirillum brasilense*) que fazem a conversão do nitrogênio atmosférico (N₂) em amônia. Entretanto, ao contrário das bactérias simbióticas (exemplo dos rizóbios em soja), bactérias associativas excretam somente uma parte do N fixado, diretamente, para a planta associada (no caso o trigo).

Posteriormente, a mineralização das bactérias pode contribuir com aportes adicionais de N para as plantas. Portanto, as bactérias presentes no inoculante fixam N, mas não suprem, totalmente, a necessidade do trigo com esse elemento.

172 Qual é a dose de inoculantes indicada para se usar no trigo?

A indicação da dose de produtos comerciais pode ser obtida na publicação *Informações técnicas para trigo e triticale* ou nas bulas dos produtos. Atualmente, dois produtos comerciais constam nessa publicação. São compostos pelas estirpes AbV5 e AbV6 e ambos apresentam concentração registrada de 2⁸ UFC/mL x 10⁸ UFC/mL. Para um dos produtos, a dose indicada é de 100 mL/50 kg de semente e para o outro a dose indicada é de 100 mL/ha.

173 Como deve ser feita a inoculação com *Azospirillum brasilense* em trigo?

De acordo com Hungria (2011), o inoculante líquido pode ser misturado às sementes com tambor rotatório, com máquina

de tratamento de sementes ou outros mecanismos, desde que sejam eficientes na distribuição. É importante observar as seguintes recomendações:

- Tomar cuidado para que a distribuição do inoculante líquido nas sementes seja uniforme.
- Como a temperatura – na hora da semeadura ou no depósito de sementes na máquina de semeadura – é crítica, deve-se evitar, ao máximo, deixar as sementes expostas ao sol. Deve-se, também, redobrar a atenção quanto à temperatura no depósito de sementes.
- Não se recomenda a inoculação diretamente na caixa semeadora, o que dificulta a cobertura uniforme das sementes.
- Durante a semeadura, se o depósito de sementes na máquina ficar muito aquecido (temperatura superior a 35 °C), deve-se interromper a atividade e resfriar a caixa, pois o calor pode matar as bactérias.
- Semear, imediatamente, ou no máximo, dentro de 24 h após a inoculação.
- No caso de sementes tratadas com fungicida, inseticidas e/ou micronutrientes, o inoculante deve ser colocado por último e a semeadura deve ser realizada o mais breve possível e, caso não for possível semear em 24 h, repetir o processo de inoculação.
- Lembrar que o inoculante contém bactérias vivas, sensíveis ao calor, deficiência hídrica e agrotóxicos e, quando da ocorrência de alguma dessas condições, aumentar a dose do inoculante, permitindo maior número de células de *Azospirillum* por semente e semear o mais breve possível.

174

Qual é a importância da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo?

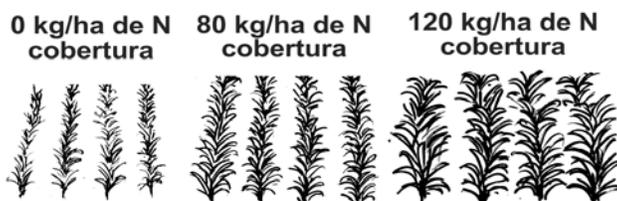
A adubação nitrogenada em cobertura é importante para manter o suprimento de nitrogênio (N) em níveis suficientes para o

crescimento adequado das plantas, a potencialização do rendimento de grãos e a formação da qualidade tecnológica da cultivar utilizada.

A aplicação de N na sementeira é muito importante para o crescimento inicial das plantas, mas a aplicação em cobertura é 2 a 3 vezes mais eficiente que a aplicação em pré-semeadura.

A maior parte da absorção de N pela planta de trigo ocorre entre o alongamento e o espigamento. Assim, a aplicação de N em cobertura deve preceder os estádios de afilhamento e alongamento do colmo, de modo que haja sincronia entre as taxas de demanda de N da planta e a disponibilidade de N no solo.

A melhor estratégia para se aplicar N em trigo pode variar de acordo com a região de produção (principalmente em decorrência do regime térmico e hídrico). Portanto, sugere-se buscar auxílio da assistência técnica de sua região, para estabelecer a melhor estratégia para sua condição regional.



175

Que fonte de nitrogênio deve ser usada na adubação em cobertura, na cultura do trigo?

Os principais fertilizantes nitrogenados disponíveis para aplicação são a ureia (45% de nitrogênio), o sulfato de amônio (20% de nitrogênio e 22% de enxofre) e o nitrato de amônio (32% de nitrogênio), sendo a eficiência agrônômica desses fertilizantes nitrogenados idêntica para trigo.

Possíveis diferenças entre fontes resultam de efeitos ambientais (precipitação pluvial, temperatura e volatilização de amônia) (WIETHÖLTER, 2011). A ureia é a fonte de N mais usada para aplicação em cobertura, em decorrência da melhor relação custo-benefício.

176

Na adubação de cobertura, existe diferença na eficiência das diferentes fontes de nitrogênio?

A eficiência agronômica de fertilizantes nitrogenados para trigo é similar. Ocasionais diferenças entre fontes resultam de efeitos ambientais (precipitação pluvial, temperatura e volatilização de amônia) que podem provocar a perda de parte do N aplicado.

177

Qual é o estágio de desenvolvimento do trigo, no qual se deve fazer a adubação nitrogenada em cobertura?

A adubação nitrogenada em cobertura da cultura de trigo deve ser feita entre o afilhamento (ou perfilhamento) e alongamento. Nesse período, estão sendo definidos os principais componentes do rendimento de grãos. É importante destacar algumas situações específicas em que essa indicação pode ter algumas variações.

No caso de semeadura de trigo após milho, principalmente no Sul do Brasil, pode-se antecipar a aplicação de N em cobertura no início do afilhamento, uma vez que a grande quantidade de palha do milho, associada à temperatura baixa, pode imobilizar grande quantidade de N e limitar a disponibilidade inicial para a cultura.

No caso de regiões mais secas como o norte do Paraná e o Brasil Central, a aplicação de N também pode ser feita logo após a semeadura do trigo, quando ainda existe umidade no solo. Nessas duas regiões, entre o afilhamento e o alongamento, há incerteza sobre a disponibilidade de umidade no solo para aplicação de N.

178

Qual é a melhor forma de se fazer a adubação nitrogenada, em cobertura, no trigo?

Geralmente, a adubação nitrogenada do trigo em cobertura é feita com aplicadores tratorizados a lanço e, preferencialmente, logo após evento de precipitação pluvial ou irrigação. Atualmente, existem vários tipos de equipamentos disponíveis, dos mais simples

aos dotados de sensores que avaliam, em tempo real, a condição das plantas e variam a dose aplicada em cada parte da lavoura, a chamada “aplicação em taxa variável”.

179 A adubação nitrogenada em cobertura pode ser fracionada?

Sim, esta é a indicação preferencial. Geralmente, sugere-se a aplicação fracionada em situações de ambiente com precipitação pluvial elevada – típicas da região Sul do Brasil – e quando a dose a ser aplicada é muito elevada. A eficiência da aplicação em cobertura e fracionada é maior que a aplicação única na semeadura.

O fracionamento é indicado sempre que a dose de nitrogênio (N) for maior que 30 kg/ha de N. O risco da aplicação de dose muito elevada em aplicação única está na perda de N, principalmente por lixiviação ocasionada por excesso de precipitação pluvial.

180 Qual é a quantidade máxima de ureia que se pode usar, sem provocar acamamento no trigo?

Não existe uma receita geral, para isso. O uso de nitrogênio (N) em trigo depende de fatores como:

- Teor de matéria orgânica no solo.
- Cultura anterior.
- Expectativa de rendimento de grãos.
- Cultivar (susceptibilidade ao acamamento e resposta em incremento no rendimento de grãos em função do nitrogênio aplicado).
- Região (mais quente ou mais fria).
- Regime hídrico.
- Uso ou não de redutor de crescimento, entre outros.

Assim, atualmente, existem cultivares e situações em que a dose máxima (considerando-se o N disponível no solo mais o aplicado na semeadura e em cobertura) não deve passar de 40 kg/ha de N a 50 kg/ha de N. Já em outras situações, as doses podem ser mais elevadas, atingindo quantidades maiores que 100 kg/ha de N.

181

Qual é a eficiência e os resultados na qualidade tecnológica e no rendimento de grãos de aplicações tardias de nitrogênio em cobertura?

Atualmente, não se aconselha a aplicação de N (nitrogênio) em cobertura no espigamento ou no florescimento na cultura de trigo. Geralmente, essas aplicações tardias não aumentam o rendimento de grãos, pois a maior parte dos componentes do rendimento de grãos já foi definida em estádios anteriores, restando apenas o peso do grão a ser definido.

Trabalhos recentes, conduzidos com cultivares lançadas há pouco tempo, têm mostrado que aplicações tardias de N aumentam o teor de proteína nos grãos, sem proporcionar em todas as situações aumento significativo na força de glúten e mudança na classificação comercial do produto colhido.

182

Qual é a melhor forma de se manejar a adubação nitrogenada, para melhorar a qualidade tecnológica?

É por meio de uma adubação equilibrada. Ao definir a qualidade tecnológica de grãos, a planta não distingue de onde ou quando vem o N. Se o planejamento da adubação nitrogenada for feito de acordo com as indicações técnicas (com amostragem de solo, aplicando-se parte do N na semeadura e o restante em cobertura até o alongamento, considerando-se a cultura anterior e as condições ambientais ideais para aplicação), o rendimento de grãos e a qualidade tecnológica do trigo serão favorecidos.

Entretanto, é importante considerar que aumentos na aplicação de N podem aumentar o teor de proteína nos grãos, embora esta, não necessariamente, impacte na qualidade tecnológica, pois o trigo possui proteínas (gluteninas e gliadinas) ligadas com a qualidade tecnológica e outras proteínas que não estão relacionadas à qualidade tecnológica.

Ressalta-se ainda que essa qualidade tecnológica depende de vários fatores. Mesmo com adequado suprimento de N, não

há garantia de obtenção de satisfatória qualidade tecnológica da cultivar de trigo. Fatores como época de semeadura, precipitação pluvial e temperatura, entre outras, também definem se a qualidade tecnológica característica da cultivar será realmente alcançada.

183 O que causa o acamamento do trigo?

O acamamento de trigo pode ser causado por uma série de fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Os principais fatores são:

- Cultivares suscetíveis.
- População de plantas elevada.
- Excesso de N (pela aplicação via adubação ou pelo suprimento do solo).
- Disponibilidade hídrica não limitante ao crescimento.
- Temperatura elevada, entre outros.



184 O que deve ser feito para evitar o acamamento do trigo?

Para evitar o acamamento do trigo, existem muitas ferramentas disponíveis, como:

- Usar cultivares com maiores níveis de tolerância.
- Fazer amostragem de solo para verificar o teor de matéria orgânica e a possível disponibilidade de N proveniente do solo.
- Usar população de plantas e dose de N (aplicada via adubação) indicada pelo obtentor da cultivar.
- Conhecer a dinâmica de crescimento das plantas de trigo em sua região de cultivo.
- Usar redutores de crescimento para reduzir o porte das plantas e aumentar a resistência do colmo, entre outras.

185 No caso do trigo, o que é regulador de crescimento?

Regulador de crescimento ou redutor de crescimento é uma substância aplicada no trigo, para reduzir o crescimento das plantas e o fortalecimento dos entre-nós basais.

186 Em que situações deve-se usar redutor de crescimento?

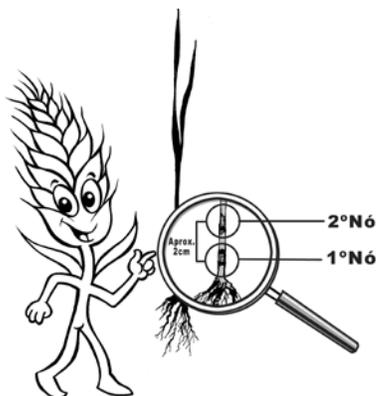
O uso de redutores de crescimento em trigo é restrito a cultivares com tendência ao acamamento, ao cultivo de trigo em solos de elevada fertilidade e ao trigo irrigado.

Não é aconselhável aplicar redutor de crescimento em situações de deficiência hídrica, no início do desenvolvimento da cultura. Além disso, deve-se verificar, também, se a cultivar escolhida apresenta reação de toxicidade à dose a ser usada, uma vez que algumas cultivares podem apresentar esse comportamento, dependendo da dose e da situação de cultivo.

187 Como usar redutor de crescimento na cultura do trigo?

Atualmente, apenas a molécula trinexapaque-etílico está registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e indicada para ser usada como redutor de crescimento em trigo. Quando indicada, a aplicação deve ser feita na fase de alongação da cultura, com o primeiro nó visível e o segundo perceptível. A dose a ser aplicada varia de 0,4 L/ha a 0,5 L/ha.

O registro no Mapa para cada região de cultivo e o cadastro estadual do produto devem ser consultados antes da aquisição e da aplicação do referido produto.



188

Usar redutor de crescimento, fora do momento indicado, pode causar problemas?

Sim. Usar redutor de crescimento antes do momento indicado (primeiro nó visível e o segundo perceptível) deixa as folhas eretas e mais verdes por certo período, mas não reduz a estatura da planta, e nem aumenta o rendimento de grãos. O problema do uso antecipado de redutor de crescimento está em não conseguir reduzir a estatura das plantas, um fato crítico em situações propícias ao acamamento.

No caso de aplicações tardias, ocorre redução do pedúnculo (entre-nó logo abaixo da espiga) que é o entre-nó de maior comprimento na planta. Dependendo da magnitude, essa redução pode fazer com que a espiga fique retida na folha bandeira. Em decorrência da sensibilidade de algumas cultivares a essa molécula, deve-se verificar, junto ao obtentor, a reação da cultivar adotada, dependendo da dose e da situação de cultivo.

189

Usar redutor de crescimento em cultivares tolerantes a acamamento pode causar problema?

Sim. Pode causar fitotoxidez, conforme verificado em algumas cultivares. Em outras cultivares – que já são de porte baixo e tolerantes ao acamamento – o uso de redutor de crescimento pode reduzir o porte de forma acentuada e o rendimento de grãos. Deve-se ressaltar, também, que o uso desses produtos em cultivares de porte baixo e com tolerância ao acamamento ou situações em que não seja necessário redutor de crescimento, pode gerar custo desnecessário.

190

Pode-se indicar a dessecação pré-colheita no trigo?

Sim. Recentemente foi registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) um produto para dessecação de trigo em pré-colheita. A aplicação deve seguir as recomendações do

fabricante a fim de que não potencializem o risco de contaminação dos grãos com resíduos de agrotóxicos com potencial risco de dano a saúde humana e animal. A relação custo/risco e benefício desta prática deve ser avaliada com critério antes de sua utilização.

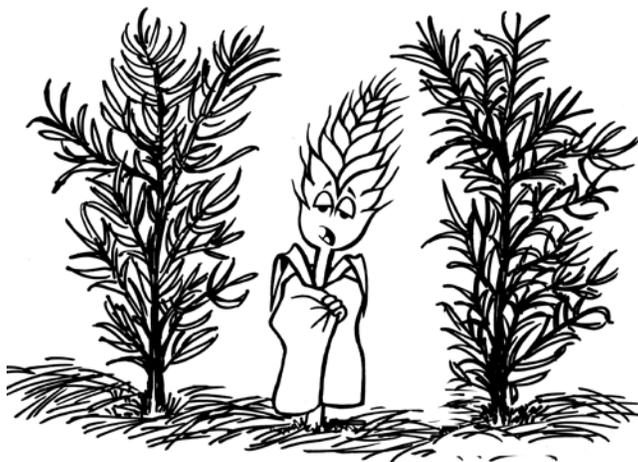
Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2015.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

WIETHÖLTER, S. Fertilidade do solo e a cultura do trigo no Brasil. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da. (Ed.). **Trigo no Brasil**: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 135-184.

6 Manejo e Controle de Plantas Daninhas



Leandro Vargas

191**Qual é o período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura de trigo?**

Geralmente, a cultura do trigo deve permanecer livre de competição no primeiro terço de seu desenvolvimento. Por exemplo, o período crítico² de uma cultivar com ciclo de 140 dias termina aos 47 dias após sua emergência.

192**Quais são as plantas daninhas de folha larga que mais competem com o trigo?**

As daninhas de folhas largas que mais competem com o trigo são:

- Cipó-de-veado (*Polygonum convolvulus*).
- Nabo forrageiro (*Raphanus raphanistrum* e *R. sativus*).
- Erva-salsa (*Bowlesia incana*).
- Flor-roxa (*Echium plantagineum*).
- Serralha (*Sonchus oleraceus*).
- Silena (*Silene gallica*).
- Gorga (*Spergula arvensis*).

193**Quais são as plantas daninhas de folha estreita que mais competem com o trigo?**

As principais plantas daninhas de folhas estreitas que mais competem com o trigo são o Azevém (*Lolium multiflorum*), a Aveia-preta (*Avena strigosa*) e a Aveia-branca (*Avena sativa*).

194**Quais métodos de controle de plantas daninhas são recomendados para o trigo?**

São os métodos preventivos, cultural, mecânico e químico. No controle preventivo, o agricultor deve reduzir as possibilidades

² Normalmente, o período crítico de competição para o trigo é até 50 dias após a emergência da cultura.

de introdução de sementes de plantas daninhas oriundas de outros locais, principalmente, em áreas ainda não infestadas. O controle cultural consiste em usar qualquer condição ambiental ou procedimento (espaçamento, densidade e adubação) que promova o crescimento da cultura, tendendo a diminuir os danos das plantas daninhas. O controle mecânico é feito por arranquio manual, a forma mais antiga usada pelo ser humano. Consiste no uso de equipamentos que eliminam as plantas daninhas por efeito físico (enxada e cultivadores). E o controle químico consiste em usar herbicidas específicos que eliminam as plantas daninhas.

Os herbicidas são a principal e mais eficiente ferramenta usada para controle de plantas daninhas nas culturas. O uso desses produtos em pré ou em pós-emergência, combinados com os métodos preventivo, cultural e mecânico são suficientes para garantir vantagem competitiva na cultura do trigo nos estádios iniciais e durante o ciclo.

195 **A rotação de culturas tem efeito na população de plantas daninhas?**

A rotação de cultura apresenta forte efeito sobre as populações de plantas daninhas, pois representa a oportunidade de uso de diferentes herbicidas e métodos de controle. A escolha das culturas com maior potencial alelopático ou de ampla cobertura do solo podem reduzir, significativamente, o número de plantas daninhas que emergem.

196 **Qual é a diferença entre preparo convencional e plantio direto no controle de plantas daninhas?**

No sistema plantio direto, não ocorre revolvimento do solo e assim as sementes das plantas



daninhas concentram-se na superfície do solo, ficando mais expostas às intempéries e à ação do clima e de agentes biológicos (insetos, fungos, etc.). Além disso, no plantio direto, a palhada que cobre a superfície apresenta efeito físico, impedindo a passagem de luz, interferindo na germinação de sementes de espécies fotoblásticas positivas (sementes que dependem de luz para germinar) e no crescimento inicial dessas plantas.

197 No sistema plantio direto (SPD), a palhada na superfície do solo reduz a eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência?

A palhada ou plantas existentes sobre a superfície podem absorver diferentes quantidades de herbicidas, impedindo que o produto atinja o solo. Assim, em áreas com densa cobertura, devem-se usar produtos com baixa absorção pela vegetação e de fácil lavagem pela chuva da palhada que cobre o solo.

198 O plantio do trigo pode ser feito, imediatamente, após a dessecação?

A semeadura do trigo pode ser feita imediatamente após a dessecação desde que as plantas daninhas estejam mortas e que o herbicida utilizado não apresente atividade residual capaz de afetar a cultura.

199 Quanto tempo de antecedência pode-se usar um herbicida folha estreita e larga, antes do plantio do trigo?

Geralmente, recomenda-se de 20 a 30 dias entre a aplicação



e a semeadura. O indicador mais importante é observar se as plantas daninhas presentes na área – e motivo da aplicação – foram controladas, ou seja, não se deve semear a cultura com plantas daninhas com possibilidade de sobrevivência à aplicação do herbicida usado na dessecação pré-semeadura.

200 **Que critérios devem ser observados na escolha de um herbicida dessecante?**

Optar por um herbicida dessecante ideal que controle, eficientemente, as espécies presentes na área que se deseja controlar. Além disso, o herbicida escolhido deve ser seletivo para a cultura a ser implantada, e seguro para o ambiente.

201 **No manejo e no controle de plantas daninhas, a aplicação sequencial de produtos sistêmicos e de contato é viável?**

Sim, é viável o controle de espécies daninhas com baixa resposta à aplicação de herbicidas ou para corrigir falhas de aplicação em decorrência das condições climáticas adversas entre



outros fatores. A estratégia consiste em aplicar primeiro um herbicida sistêmico, que deve causar forte dano nas plantas que se deseja controlar e, entre 10 e 15 dias após a primeira aplicação, aplica-se um produto de contato, para eliminar, definitivamente, as plantas daninhas presentes na área.

202 **Como a escolha da cultivar de trigo pode afetar o controle das plantas daninhas?**

As cultivares apresentam variações em termos de arquitetura da planta e de cobertura de solo, elementos que determinam a

aptidão competitiva do material. Resumidamente, o produtor deve optar por cultivares com crescimento rápido, ou seja, que cubram, rapidamente, a entrelinha, evitando infestação das plantas daninhas.

203

Qual é o efeito do espaçamento e da densidade de plantio do trigo no manejo de plantas daninhas?

O número de plantas de trigo por área (densidade) deve ser aquele recomendado para cada material, já o espaçamento tem maior relação com a ocorrência de plantas daninhas e deve ser tal que a cultura do trigo cubra totalmente o solo, sem proporcionar espaços para passagem de luz que é um fator importante na germinação das sementes de algumas espécies daninhas.

204

Que cuidados são recomendados na utilização de herbicidas para controle de plantas daninhas, na cultura do trigo?

Os principais cuidados quanto à escolha e à aplicação dos herbicidas são:

- Alvo (quais plantas daninhas deseja controlar).
- Estádio vegetativo das plantas daninhas.
- Volume de calda a ser aplicado.
- Tamanho das gotas.
- Pressão de funcionamento dos bicos.
- Dosagem, diluição, agitação.
- Necessidade da adição de adjuvantes.

Já quanto à saúde do aplicador, deve-se observar quais os equipamentos de proteção individual (EPIs) devem ser usados, (macacão, luvas, óculos, chapéu entre outros).

205

Qual é a influência da umidade do solo e da umidade relativa do ar, na aplicação de herbicidas?

A umidade do solo é importante para distribuir alguns herbicidas, já que muitos produtos se dispersam por fluxo de massa (pela movimentação da água existente no solo). Já a umidade do ar é

importante no momento da aplicação, pois está relacionada com o tempo de vida das gotas no deslocamento da ponta de aspersão, até o alvo (a planta daninha ou o solo).

Gotas d'água pequenas, combinadas com baixa umidade relativa do ar, pode resultar na completa evaporação dessas gotas antes delas atingirem o alvo. Por isso, recomenda-se que, no momento da aplicação, a umidade relativa do ar esteja acima de 60%.

206 Qual é o efeito da temperatura do ar sobre a eficiência dos herbicidas?

O efeito da temperatura do ar é semelhante ao da umidade relativa do ar, ou seja, aplicações em horários de alta temperatura favorecem a evaporação das gotas antes delas atingirem o alvo. Além disso, em horários de alta temperatura, a planta diminui seu metabolismo e, assim, a absorção dos herbicidas por ela pode ser reduzida. O recomendado é que a temperatura esteja entre 15 °C e 30 °C, no momento da aplicação.

207 Qual é a melhor hora para se aplicar herbicidas, na cultura do trigo?

Geralmente, para aplicação de herbicidas pós-emergentes, a temperatura mínima é de 10 °C; a ideal de 20 °C a 30 °C; e a máxima, de 35 °C. A umidade relativa do ar mínima é de 60%; a ideal de 70% a 90%; e a máxima, de 95%. Não se deve aplicar herbicidas em condições de vento com velocidade superior a 10 km/h.

208 Qual é a vazão do pulverizador que deve ser usado para se aplicar herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes, na cultura do trigo?

Os herbicidas são aspergidos sobre o solo ou as plantas e, para garantir que o ingrediente ativo atinja toda a superfície alvo, o volume de calda deve ser adequado ao objetivo. Nesse contexto, o pulverizador deve proporcionar distribuição uniforme. Assim, o

volume de calda vai depender do equipamento e pode variar de 50 L/ha a 200 L/ha.

209 Na aplicação de agrotóxicos, quais são as regulagens que devem ser feitas no pulverizador?

Inicialmente, deve-se definir qual o volume de calda que se deseja usar. Em seguida, definir o tamanho das gotas, escolhendo-se a ponta adequada. Uma vez definida a ponta, deve-se avaliar se elas estão desgastadas pelo uso, resultando em distribuição de volume de calda diferente entre elas.

Finalmente, deve-se adequar a pressão de trabalho de forma e colocar o aspersor em funcionamento e certificar-se se o volume e o tamanho das gotas são adequados ao herbicida que se deseja aplicar e se o tamanho de gotas é adequado à ponta que foi escolhida. Caso haja necessidade de mudança, deve-se alterar a pressão ou mudar a ponta.

210 Como ocorre a seletividade dos herbicidas?

As culturas possuem complexos enzimáticos (como o P450), que é capaz de degradar as moléculas herbicidas, tornando-as inativas e assim sem efeito sobre elas.

211 Quais são os produtos usados no controle de plantas daninhas de folhas largas, no cultivo de trigo?

Para controlar daninhas de folha larga em trigo, deve-se usar produtos à base de iodosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl, bentazon e 2,4-D.

212 Quais são os produtos usados no controle de plantas daninhas de folhas estreitas, no cultivo de trigo?

São aqueles à base de iodosulfuron-methyl e de clodinafop-propargyl.

213 A partir de que fase do plantio pode-se usar herbicida pós-emergente?

Geralmente, os herbicidas devem ser aplicados quando as plantas de trigo atingem o estágio vegetativo do perfilhamento. É que a cultura do trigo tolera os herbicidas após o perfilhamento e início da alongação.

214 Se chover logo após a aplicação do herbicida, ele perde sua eficácia?

A absorção do herbicida pela planta requer determinado tempo para acontecer. A ocorrência de chuva em período menor que 4 horas após a aplicação do herbicida pode reduzir a eficiência desse produto.

215 Qual é a importância da alternância de herbicidas, no manejo de área, no sistema plantio direto (SPD)?

Os herbicidas podem selecionar plantas daninhas tolerantes ou resistentes a herbicidas. Assim, a alternância de mecanismos de ação herbicida evita que espécies ou biótipos sejam selecionados por um herbicida aplicado repetidamente.

216 Como controlar a buva (*Conyza bovariense*) no trigo?

Esse controle pode ser feito com herbicidas à base de iodosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl e 2,4-D, que são altamente eficientes sobre essa daninha.

217 Como é feito o controle do azevém (*Lolium multiflorum*), no cultivo de trigo?

Os herbicidas à base de iodosulfuron-methyl e clodinafop-propargyl controlam eficientemente o azevém.

218

Quais os sintomas de fitotoxicidade mais frequentes decorrentes da aplicação de herbicidas em plantas de trigo?

Os principais sintomas observados são o amarelecimento e a redução do crescimento e, em casos mais severos, pode ser observada necrose (morte parcial das folhas).

219

Como surgem as plantas daninhas resistentes a herbicidas?



As plantas daninhas resistentes surgem por mutações naturais e posterior seleção pelo uso de herbicidas. Assim, deve-se evitar o uso repetido do mesmo herbicida numa área. A

alternância de herbicidas impede que plantas selecionadas por um herbicida se multipliquem.

220

Como avaliar se uma espécie de planta daninha é tolerante ou resistente a determinado herbicida?

A tolerância é uma característica que as daninhas possuem antes de o produto ser usado comercialmente. Já a resistência é uma característica adquirida que aparece depois de se usar o herbicida. Exemplos são as corriolas (*Ipomea* sp.), tolerantes ao glifosato, ou seja, o glifosato nunca controlou, eficientemente, as corriolas, por serem espécies naturalmente tolerantes a esse herbicida.

7

Controle de Doenças



Douglas Lau

Flávio Martins Santana

João Leodato Nunes Maciel

José Mauricio Cunha Fernandes

Leila Maria Costamilan

Márcia Soares Chaves

Maria Imaculada Pontes Moreira Lima

221 Quais são as causas das doenças em plantas de trigo?

A exemplo de outras culturas de interesse econômico, o trigo também é acometido por diversas doenças que afetam seu desenvolvimento, comprometendo a produtividade e a qualidade dos grãos. Essas doenças podem ser causadas por fatores abióticos ou agentes bióticos.

Os fatores abióticos (frio ou calor excessivo, escassez ou excesso de água, desbalanço nutricional, granizo, fitotoxidez por produtos químicos, entre outros) podem ter efeito direto, como a queima causada pela geada, ou indireto, favorecendo a ação de agentes bióticos.

Os agentes bióticos (patógenos) são diversos (fungos, vírus, bactérias entre outros) variam em complexidade estrutural, ciclo infeccioso e condições do ambiente requeridas para causarem doença.

222 Que condições são necessárias para a ocorrência de doenças?

Doenças ocorrem sob as seguintes condições:

- Se na presença de inóculo do patógeno houver disponibilidade de hospedeiro, em estágio fenológico suscetível.
- Se as condições do ambiente (por exemplo, temperatura e molhamento) forem favoráveis.

Esse conjunto de necessidades faz com que as doenças ocorram, predominantemente, numa fase da cultura, em determinados órgãos da planta e em certas regiões do País. Também faz com que a intensidade das epidemias (aumento de doença numa população de plantas no tempo e no espaço) varie de ano para ano, em função das condições do ambiente.

A sobrevivência e a disseminação do inóculo são etapas importantes no ciclo das doenças. O inóculo pode sobreviver nos restos culturais, em sementes, em plantas hospedeiras e ser disseminado por vento, água e organismos vetores, entre outros.

223

As doenças do trigo são as mesmas em todas as regiões do Brasil?

Não. A ocorrência e a distribuição das doenças do trigo são variáveis. Algumas doenças têm ampla distribuição, outras são mais restritas a determinadas regiões. Como exemplo do efeito das condições climáticas como determinantes da distribuição das doenças, cita-se o predomínio da brusone em regiões tritícolas mais quentes (norte do Paraná e em latitudes inferiores). Em regiões mais frias e úmidas, a principal doença de espiga é a giberela (*Gibberella zeae*).

Entre as doenças causadas por vírus, o mosaico-comum-do-trigo (*Soil-borne wheat mosaic virus*), devido às exigências do organismo vetor que possui esporos flagelados, é mais comum nas regiões frias e úmidas sendo mais restrito ao sul do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Contrariamente, o nanismo-amarelo-dos-cereais (*Barley yellow dwarf virus*), transmitidos por afídeos, está presente nas variadas regiões tritícolas.

224

As plantas de trigo são suscetíveis a doenças ao longo de todo o seu desenvolvimento?

As plantas podem ter variação no nível de suscetibilidade ao longo do seu desenvolvimento. Além disso, muitas doenças afetam um órgão específico. Entre as doenças fúngicas, existem aquelas que atacam o sistema radicular (mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) e podridões radiculares), doenças da parte aérea (manchas-foliares, oídios e ferrugens) e doenças de espiga (giberela e brusone). Com relação aos danos que geralmente podem ser causados pelas doenças, se a infecção ocorrer em fases mais jovens, os danos tendem a ser maiores.

225

Pode-se identificar uma doença, com base nos sintomas?

A observação dos sintomas (reação dos tecidos da planta à infecção) e sinais (estruturas de um patógeno) são os primeiros passos para se identificar uma doença. Em se tratando de doenças mais



comuns da cultura, é possível que apenas com base nessas duas características, seja possível identificá-las. Contudo, também é importante conhecer o histórico da cultura.

Muitas vezes, um diagnóstico definitivo depende de análises de laboratório que envolvem isolamento em meio de cultura, observações de estruturas do patógeno em microscópio e exames sorológicos e moleculares.

226

Como as doenças podem reduzir o rendimento da cultura de trigo?

Algumas doenças podem afetar todo o desenvolvimento das plantas, como é o caso das doenças causadas por vírus. Seus efeitos sistêmicos podem comprometer a formação do sistema vascular (sistema de distribuição interna de água e nutrientes), o funcionamento normal das células e a síntese de clorofila, consequentemente afetando a formação de grãos.

São exemplos de doenças que podem reduzir o rendimento da cultura do trigo:

- Doenças do sistema radicular e vascular – Afetam o sistema radicular e vascular, podendo matar as plantas.
- Doenças foliares – Podem reduzir a área fotossinteticamente ativa.
- Doenças de espiga – Podem comprometer, diretamente, a formação de grãos.

227

Quais métodos podem ser adotados no manejo de doenças em trigo?

Entre os métodos que podem ser adotados para o manejo de doenças em trigo, estão o controle cultural, o controle químico e a resistência genética.

Entre os métodos de controle cultural, estão a rotação de culturas, as escolhas de épocas e locais de plantio que favoreçam o escape a doença, e a eliminação de plantas hospedeiras que atuam como reservatório do patógeno.

O controle químico baseia-se, principalmente, na aplicação de fungicidas em sementes (para reduzir o inóculo inicial) e na parte aérea. Quanto à resistência genética, o uso de cultivares resistentes é uma das medidas preferenciais de controle, e essencial no caso de doenças em que o controle químico não é eficiente.

228 Qual é a importância da rotação de culturas no manejo de doenças do trigo?

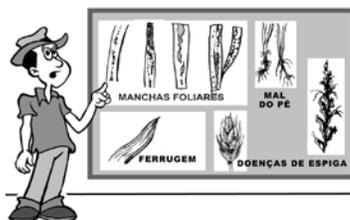
A rotação de culturas é imprescindível ou muito importante no controle de algumas doenças cujo inóculo se mantém no solo. É o caso do mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) podridões radiculares e manchas foliares causadas por fungos. Em alguns casos de doenças cujo inóculo permanece no solo, a rotação de cultura pode não ser eficiente. É o caso do vírus do mosaico comum transmitido por um microrganismo cujos esporos de resistência podem permanecer viáveis por muitos anos.

Outras doenças cuja produção de inóculo e disseminação a longa distância ocorra, também podem inviabilizar a rotação de culturas.

229 Quais são as principais doenças fúngicas da cultura do trigo, no Brasil?

No Brasil, entre as principais doenças fúngicas do trigo, podem ser citadas:

- Doenças do sistema radicular: mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*); e podridões-radiculares (*Fusarium* spp.);



- Doenças foliares: oídio (*Blumeria graminis* f. sp. tritici), mancha-amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*), mancha-marrom (*Cochliobolus sativus*), mancha-da-gluma (*Phaeosphaeria nodorum*) e ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*);
- Doenças de espiga: giberela (*Gibberella zeae*) e brusone (*Pyricularia grisea*).
- Doenças menos frequentes e de menor impacto econômico: ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis* f. sp. tritici); ferrugem-estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici); carvão-da-espiga (*Ustilago nuda* f. sp. tritici) e a cárie (*Tilletia caries* e *T. laevis*).

230

Que doenças do trigo, de importância econômica, podem ser transmitidas pela semente?

Doenças fúngicas, bacterianas e virais podem ser transmitidas por sementes. Entre as doenças fúngicas podem ser citadas as manchas foliares como mancha-amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*), a mancha-marrom (*Cochliobolus sativus*), a podridão comum das raízes (*F. graminearum* e *Bipolaris sorokiniana*) e doenças de espiga como o carvão do trigo (*Ustilago nuda* f. sp. tritici). Entre as doenças bacterianas pode ser citada a estria bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*), e entre as doenças virais pode ser citado o mosaico estriado (*Wheat streak mosaic virus*).

231

Qual é o objetivo do tratamento químico das sementes de trigo?

Eliminar patógenos que podem ser transmitidos via sementes. O tratamento com fungicidas elimina fungos, evitando seu retorno aos órgãos aéreos, na lavoura recém-estabelecida.

Entre os fungos veiculados pelas sementes, alvos de controle com fungicidas, estão os que causam manchas foliares (*Bipolaris*

sorokiniana, *Drechslera* spp.) e o carvão (*Ustilago tritici*). Além disso, o tratamento de sementes pode combater fungos residentes em restos culturais.

Em decorrência do efeito residual dos fungicidas (em torno de 20 dias), as plantas jovens de trigo ficam protegidas e sofrem menos com o ataque de patógenos que podem ocorrer no início do desenvolvimento vegetativo, como oídio e ferrugem-da folha.

O tratamento deve ser realizado de forma que as sementes sejam recobertas com os fungicidas da maneira mais homogênea e com a maior cobertura possível, dentro dos limites de doses recomendadas e registradas pelo fabricante do fungicida.



232 Como ocorrem as podridões-radiculares?

As podridões radiculares são provenientes de infecções por fungos que sobrevivem nos restos culturais ou que estejam presentes nas sementes. São fungos necrotróficos, com habilidade de se nutrir e de sobreviver sobre os restos de palhada presentes sobre o solo da lavoura. A chamada podridão comum das raízes é causada pela infecção do sistema radicular pelos fungos *Bipolaris sorokiniana* e *Fusarium graminearum*.

As raízes tornam-se escurecidas (necrosadas) e as plantas morrem prematuramente, em decorrência da falta de nutrientes. A podridão comum das raízes pode ser confundida com o mal do pé do trigo, causado por *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, que provoca necrose negra nas raízes.

233

O mal-do-pé ainda é uma doença de importância econômica para o trigo, no Brasil?

A importância do mal-do-pé está no fato de ser uma doença da qual não se dispõe de cultivares resistentes, nem existe um tratamento químico que seja eficiente contra ela. Essa doença ocorre com maior frequência em solos com pH acima de 6,5 e em regiões com precipitação pluvial acima de 400 mm. O mal-do-pé é uma doença considerada severa, mas menos frequente que a ferrugem-da-folha, a giberela ou as manchas foliares, causando menos danos econômicos.

234

É importante fazer tratamento de sementes visando o surgimento da doença conhecida como carvão?

Sim, pois o fungo causador do carvão (*Ustilago nuda* f. sp. *tritici*) infecta os embriões das sementes, usando-as como meio de transmissão. As plantas provenientes de sementes infectadas apresentam os sintomas típicos de carvão. Nesse estágio, não há mais tratamento. Contudo, as cultivares brasileiras apresentam bons níveis de resistência à doença. Assim, associando-se cultivares resistentes e tratamento de sementes, o carvão torna-se uma doença de pouca importância econômica.

235

Quais são os agentes causais das manchas-foliares do trigo e quais seus sintomas característicos?

A mancha-amarela, causada pelo fungo *Pyrenophora tritici-repentis*, cujo anamorfo (fase assexuada) é *Drechslera tritici-repentis*, caracteriza-se por lesões elípticas, geralmente com um halo amarelo ao redor da mancha de coloração parda a marrom. A mancha-marrom, causada por *Cochliobolus sativus*, cujo anamorfo (fase assexuada) é *Bipolaris sorokiniana*, caracteriza-se por lesões escuras quase negras, sem o halo amarelo típico de mancha-amarela. É uma

doença predominante em regiões mais quentes em relação às regiões de prevalência de mancha-amarela.

Já a mancha da gluma, causada pelo fungo *Phaeosphaeria nodorum*, cujo anamorfo (fase assexuada) é *Stagonospora nodorum*, é uma doença que ocorre em folhas, em nós e em glumas. Para identificar corretamente os sintomas da mancha da gluma, é preciso ter em mãos uma pequena lupa de bolso, para que sejam observados pequenos pontos escuros, chamados de picnídios, dentro dos quais estão os esporos do patógeno.

236

Quais são as principais medidas de controle das manchas foliares no cultivo de trigo?

As principais medidas são as seguintes:

- Utilização de sementes sadias.
- Rotação de culturas com espécies não hospedeiras do patógeno.
- Aplicação de fungicidas, logo nos primeiros sintomas da doença.

Dessas três medidas, a rotação de culturas é fundamental, uma vez que a sobrevivência do fungo ocorre, principalmente, nos restos de plantas hospedeiras. Para rotação, são indicados: o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), a ervilhaca (*Lathyrus sativus* L.), a canola (*Brassica napus* L.), ou qualquer outra cultura de inverno que seja botanicamente distante do trigo.

237

Quais são os fungicidas registrados no Brasil, para controle de doenças foliares da cultura do trigo?

São diversos os fungicidas registrados no controle de doenças do trigo. Além disso, novas formulações surgem a cada ano. Para melhores esclarecimentos, deve-se consultar o Agrofit³ para se saber quais os fungicidas registrados para cada patógeno do trigo.

³ Acesse o link: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

238

Na ocorrência de manchas-foliares logo após a emergência, a aplicação de fungicidas é obrigatória ou deve-se aguardar a fase de alongamento?

Recomenda-se aplicar fungicidas logo nos primeiros sintomas, principalmente no caso de mancha-amarela. Deve-se verificar, também, o nível de suscetibilidade da cultivar e as previsões do tempo. Em anos chuvosos e com cultivar suscetível, o monitoramento da lavoura torna-se mais importante.

239

Qual é o agente causal do oídio em trigo, seus sintomas típicos e condições que favorecem seu desenvolvimento?

O agente causal do oídio do trigo é *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. A superfície da planta de trigo, principalmente em folhas e em bainhas, fica recoberta por micélio, conidióforos e conídios (estruturas do fungo) de aparência pulverulenta, com coloração branca, quando jovem, a cinza, quando envelhece. A doença ocorre, principalmente, em folhas inferiores, mas pode causar crestamento de folhas superiores, espigas e aristas de cultivares suscetíveis. Com o desenvolvimento da doença, tecidos foliares infectados tornam-se amarelados.

Quando severamente atacadas, as folhas degeneram e caem. Pequenos pontos escuros (estruturas reprodutivas chamadas cleistotécios), podem ser observados no interior da massa de micélio.

O maior desenvolvimento da doença ocorre entre 15 °C e 20 °C, e o patógeno não tolera temperaturas próximas a 30 °C. O oídio suporta condições secas, embora a umidade relativa ar para ocorrer a germinação esteja em torno de 100%, mas a água livre é limitante.

240

Quais são as principais medidas recomendadas para controle do oídio no trigo?

A forma preferencial de controle de oídio é o uso de cultivares de trigo com resistência genética. O controle químico de oídio de

trigo em cultivares suscetíveis é mais econômico via tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos do que por meio de aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos.

Para aplicação foliar, o monitoramento do desenvolvimento da doença deve iniciar a partir do afilhamento. A pulverização de fungicida deve ser feita quando a incidência foliar for de 15% a 25%, a partir do estágio de alongamento, ou através do cálculo do limite de dano econômico (LDE). A rotação de culturas não é efetiva para controle de oídio. Entre todos os nutrientes, o nitrogênio parece ter efeito mais consistente e direto sobre o incremento da doença, pois sua aplicação, em qualquer estágio de desenvolvimento do trigo, aumenta a suscetibilidade.

Semeaduras mais precoces podem diminuir os danos da doença, pois as plântulas ficam expostas a menores quantidades de inóculo justamente no estágio de desenvolvimento mais suscetível à doença.

241

No Brasil, quais ferrugens atacam a cultura do trigo, como identificá-las e quais condições favorecem seu desenvolvimento?

No Brasil, existem três ferrugens que atacam a cultura do trigo: ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*), ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) e ferrugem-linear ou estriada (*Puccinia striiformis*). As condições do País são mais favoráveis à ocorrência de epidemias de ferrugem-da-folha. Essa doença se caracteriza por lesões chamadas pústulas, as quais geralmente têm formato elíptico e contêm massas de esporos marrom-alaranjadas expostas através da epiderme foliar rompida. Em alguns casos, essas lesões podem ser circundadas por um halo de coloração verde-clara ou amarelo-pálida.

Esses sintomas distribuem-se, aleatoriamente, pelas folhas, mas podem atingir qualquer parte verde da planta. As condições de ambiente que favorecem o desenvolvimento de epidemias da ferrugem-da-folha são temperaturas amenas, entre 15 °C e 25 °C,

e períodos de molhamento foliar de no mínimo 3 horas, pois os esporos necessitam desse filme d'água sobre as folhas, para germinar.

242

A ferrugem-do-trigo é a mesma que a ferrugem-do-milho e a ferrugem-asiática-da-soja?

Não. As ferrugens são patógenos especializados e infectam hospedeiros específicos. As espécies de ferrugens que afetam o trigo são a ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*), a ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) e a ferrugem linear ou estriada (*Puccinia striiformis*).

Já a ferrugem-do-milho é causada por *Puccinia polysora* e a ferrugem-asiática-da-soja é causada por *Phakopsora pachyrhizi*.

243

Como sobrevivem, no campo, os fungos causadores das ferrugens do trigo?

No final do ciclo da cultura, quando a planta atinge a maturação e as condições de ambiente começam a ser desfavoráveis, as pústulas típicas da doença passam a produzir outro tipo de esporo (teliosporos) os quais apresentam coloração negra em decorrência da espessura das paredes de suas células. Esses esporos de paredes espessas são mais resistentes e podem sobreviver por longo tempo. Entretanto, esses esporos não são capazes de reinfectar o trigo, mas sim o hospedeiro alternativo, que é diferente para cada uma das ferrugens desse cereal.

Os hospedeiros alternativos da ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) são plantas dos gêneros *Thalictrum*, *Isopyrum*, *Clematis* (família Ranunculaceae) e *Anchusa* (Boraginaceae). As ferrugens-do-colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) e linear ou estriada (*Puccinia striiformis*) têm como hospedeiros alternativos plantas do gênero *Berberis* (Berberidaceae). Os esporos produzidos nesses hospedeiros alternativos é que irão infectar o trigo.

No Brasil, porém, a função epidemiológica dos teliosporos é incerta, pois não reinfectam o trigo e existem poucos relatos

de hospedeiros alternativos. Assim, os uredosporos são a mais importante fonte de inoculo da doença. O inoculo inicial parece ser proveniente de plantas de trigo voluntárias no próprio local ou em locais vizinhos.

244

Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem-do-colmo e em que fase do ciclo da cultura os sintomas são mais evidentes?

As condições são semelhantes às aquelas favoráveis à ferrugem-da-folha. Entretanto, as temperaturas ótimas para o desenvolvimento de epidemias são um pouco mais elevadas, em torno de 25 °C a 30 °C. Essa característica faz com que a ferrugem-do-colmo seja mais severa no final do ciclo do trigo, em cultivares de maturação tardia ou quando a semeadura é tardia.

A ferrugem-do-colmo do trigo também difere da ferrugem-da-folha, por necessitar de um maior período de molhamento foliar (6 a 8 horas), para a germinação dos esporos.

245

O que é ferrugem-negra Ug99?

Ferrugem-negra é um sinônimo da ferrugem-do-colmo do trigo, causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Denominou-se Ug99 uma variante (raça fisiológica) do fungo causador da ferrugem-do-colmo que foi identificada, inicialmente, em Uganda, na África, em 1999, daí o nome. Essa variante superou a resistência de um gene amplamente utilizado pelos programas de melhoramento de trigo em todo o mundo (*Sr31*), sendo potencialmente mais destrutiva que outras variantes do fungo já existentes.

Em decorrência da uniformidade genética das cultivares de trigo, a raça se espalhou rapidamente para outros países da África, atingindo também alguns países do Oriente Médio. Essa variante ainda não foi detectada no Brasil, nem em outros países produtores de trigo no continente Americano, como Uruguai, Argentina, Canadá e Estados Unidos.

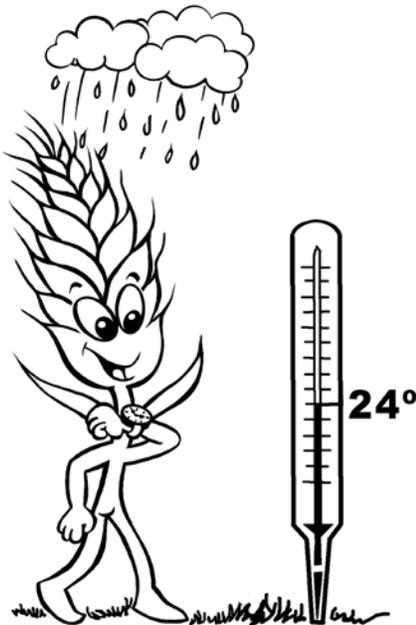
246

Qual é a importância e quais são os impactos da giberela na cultura do trigo?

A giberela é frequente na cultura do trigo, ocorrendo mais intensamente no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no sul do Paraná. Essa doença causa prejuízos econômicos por reduzir o rendimento e a qualidade dos grãos e derivados. Além disso, pode provocar danos à saúde humana e animal, em decorrência da produção de micotoxinas. As principais micotoxinas são deoxinivalenol (DON), zearalenona (ZEA) e nivalenol (NIV).

247

Como identificar, corretamente, a giberela em trigo e que condições favorecem essa enfermidade?



Os sintomas característicos são espiguetas de coloração esbranquiçada ou cor-de-palha, cujas aristas desviam-se do sentido normal das aristas de espiguetas saudias. Toda espiga pode ser afetada, assim como o pedúnculo que adquire coloração amarronzada. Às vezes, os sintomas podem ser similares aos da brusone, ocorrendo branqueamento de todas as espiguetas da porção superior da espiga.

Nesse caso, a ráquis da espiga afetada por giberela apresenta coloração escura (marrom) na região das espiguetas saudias e os grãos oriundos da parte esbranquiçada da espiga são chochos, enrugados e de coloração branco-rosada a pardo-clara.

dos da parte esbranquiçada da espiga são chochos, enrugados e de coloração branco-rosada a pardo-clara.

As condições mais favoráveis às epidemias são períodos prolongados de precipitação pluvial (chuva) de 48 a 72 horas e temperatura de 20 °C a 25 °C, a partir do espigamento. Essa condição ambiental é mais frequente na região Sul do Brasil. Em períodos mais secos, como anos de ocorrência do fenômeno climático *La Niña*, a giberela não é considerada problema. Em anos de *El Niño*, com predominância de temperatura e precipitação pluvial acima da média, ocorrem epidemias severas.

248

Quais medidas são recomendadas para o manejo da giberela do trigo?

Não há cultivar resistente e a rotação de culturas e o controle químico, isoladamente, não são eficientes. Assim, várias medidas de manejo devem ser aplicadas em conjunto. Entre estas, podem-se citar o uso de cultivares moderadamente resistentes e medidas que visam o escape da doença, como o escalonamento da época de semeadura e uso de cultivares com ciclos diferentes (propiciando diferentes épocas de espigamento).

Por não terem efeito curativo, devem-se aplicar fungicidas antes que ocorram condições ambientais favoráveis para o aparecimento da doença. Os fungicidas são aqueles que apresentam os seguintes princípios ativos: epoxiconazol, propiconazol, tebuconazol, trifloxistrobina + tebuconazol e piraclostrobina + metconazole.

249

Que situações podem favorecer o desenvolvimento da brusone, na cultura do trigo?

Chuvas excessivas durante o período de espigamento, combinadas com temperaturas na faixa de 24 °C a 28 °C favorecem o desenvolvimento da brusone na cultura do trigo. Assim, quando ocorrem tais condições, mesmo que uma lavoura tenha sido conduzida observando-se parâmetros técnicos, esta pode sofrer danos consideráveis. Esse fato ocorre, principalmente, devido à combinação

de dois aspectos: indisponibilidade de cultivares de trigo resistentes à doença, e baixa eficiência do controle químico da brusone na parte aérea das plantas, especialmente, nas espigas.

250 A brusone do trigo é a mesma do arroz?

Sim. A brusone do trigo e a do arroz são causadas pelo mesmo patógeno, o fungo *Magnaporthe oryzae* B. Couch (anamorph. *Pyricularia oryzae* Cavara). No entanto, existem diferenças entre esses dois organismos. Uma das diferenças mais importantes refere-se à própria patogenicidade. Geralmente, *M. oryzae* do arroz consegue infectar e produzir sintomas em plantas de trigo, mas *M. oryzae* do trigo não consegue infectar e produzir sintomas em plantas de arroz.

251 Existem cultivares de trigo resistentes à brusone?

Nas condições brasileiras em que, frequentemente, ocorrem grandes epidemias dessa doença, as cultivares atualmente disponibilizadas para os produtores não demonstram ser resistentes e muito menos imunes à brusone. A diferença que existe entre tais cultivares é o grau de suscetibilidade à doença, pois algumas são mais suscetíveis que outras.

252 É possível controlar a brusone aplicando-se fungicidas na parte aérea?

É possível, sim, desde que não ocorram condições muito favoráveis à doença. No Brasil, em alguns anos têm ocorrido epidemias graves dessa doença como nos anos de 2004, 2009 e 2012. Nesses anos, ocorreu o predomínio de chuvas excessivas durante o espigamento da cultura do trigo, combinada com temperaturas na faixa de 24 °C a 28 °C. Nessas condições, não houve cultivar de trigo que apresentasse níveis satisfatórios de resistência à doença e o controle químico, baseado na aplicação de fungicidas na parte aérea das plantas, não demonstrou eficiência para controlar a doença.

253

A adubação potássica é eficiente na redução da brusone no trigo?

Potássio é um macroelemento essencial para o desenvolvimento das plantas de culturas agrícolas. Quando as plantas são submetidas a uma adubação equilibrada, incluindo o fornecimento de potássio, elas se tornam menos vulneráveis à ação de doenças fúngicas. O potássio influencia diretamente a rigidez dos tecidos vegetais, fato que tem relação direta com resistência a doenças. No entanto, há relatos de que, na cultura do arroz, o uso combinado e em excesso desse elemento e do nitrogênio tornou as plantas mais suscetíveis à brusone.

254

Qual é a porcentagem de eficiência do mancozeb para o trigo, no controle de doenças de espiga?

A brusone é a única doença de espiga da cultura do trigo em que existe registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) de produtos comerciais à base de mancozeb para seu controle. Resultados de quatro experimentos de campo conduzidos, em 2013, em três estados brasileiros (Estado de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) e no Distrito Federal demonstraram que a eficiência de controle da incidência de brusone em espigas, fazendo aplicações aéreas de fungicidas à base de mancozeb, variou de 20,3% a 62,5%. Nesses mesmos experimentos, a eficiência de controle da severidade da doença nas espigas variou de 27,3% a 57,8%.

255

Quais são os estádios de desenvolvimento do trigo quando devem ser feitos tratamentos com fungicidas?

O monitoramento para tratamento com fungicidas na parte aérea deve ser iniciado a partir do perfilhamento, quando podem surgir as primeiras doenças. Na região Sul, é comum o surgimento de

oídio a partir do perfilhamento, podendo ser necessária aplicações de fungicidas a partir desse estágio. Entretanto, em determinadas regiões do Brasil, essa doença não ocorre, como é o caso da maioria das lavouras de trigo localizadas no Brasil-Central.

O alongamento é o estágio no qual a maior preocupação fitossanitária são ferrugens e manchas-foliares, embora essas doenças possam também ocorrer no perfilhamento. No espigamento, as doenças-alvo do controle químico, comumente são a giberela e/ou a brusone, dependendo da região do Brasil onde a lavoura de trigo está localizada.

256

Como definir a época ideal para se aplicar fungicidas na cultura do trigo?

Por princípio, o uso de fungicidas deve garantir a viabilidade econômica e a sustentabilidade ambiental da atividade agrícola. Se não ocorrer doença, ou se o controle não for economicamente viável, não se justifica aplicar fungicida.

A tomada de decisão para se aplicar fungicidas deve considerar o monitoramento da ocorrência das doenças durante o ciclo da cultura e, no momento em que a doença – que está sendo monitorada – atingir determinado grau de severidade e/ou de incidência, faz-se uso do controle químico. Uma estratégia que indica o momento da primeira aplicação de fungicidas na lavoura de trigo é o limiar do dano econômico (LDE).

No Brasil, foram estabelecidas bases técnicas para uso desse critério em três doenças de folha da cultura do trigo: o oídio, as manchas foliares e a ferrugem, e, também, para o que se denomina de patossistema múltiplo, que considera essas três doenças ocorrendo conjuntamente. Em cada uma dessas doenças, existem funções de dano previamente estabelecidas. O LDE considera o estágio fenológico das plantas, resistência da cultivar, estimativa de rendimento da lavoura, estimativa do valor a ser pago pelo produto colhido (grão ou semente), além da eficiência e do custo de aplicação do fungicida.

Considerando-se todas essas questões, não existe um valor de LDE fixo, pois vários fatores bastante dinâmicos estão envolvidos com sua determinação.

No caso da giberela e da brusone, a aplicação dos fungicidas é feita para proteger a espiga, indicando que as aplicações sejam feitas no início do espigamento ou do florescimento. Ressalta-se que a decisão de aplicar fungicidas para essas doenças também deve considerar as previsões climáticas, já que a ocorrência de ambas está muito associada a períodos chuvosos.

257

Que medidas devem ser tomadas no momento de se aplicar um produto químico para controlar a doença no trigo?

Devem-se usar todos os equipamentos de proteção individual (EPI) adequados e próprios para manuseio de fungicidas: luvas, máscara e macacão.

Devem-se, também, evitar aplicações com vento, para que não haja deriva do produto aplicado. Antes de aplicar o produto, deve-se atentar para as recomendações do fabricante, constantes nas bulas dos produtos.



258

Qual é o volume de calda, a pressão e o tamanho de gotas ideais devem ser usados na pulverização?

O volume de calda, a pressão e o tamanho da gota devem permitir que o alvo (folha ou espiga) seja recoberto da forma mais completa, com o mínimo de escorrimento e menor perda de produto. A gota não deve ser grande, a ponto de escorrer. Gotas menores apresentam maior capacidade de recobrimento do alvo (folha ou espigas). No entanto, são mais leves e mais sensíveis à deriva causada pelo vento.

259 Qual é a melhor ponta/ bico para ser utilizada?

O melhor bico é aquele que seja capaz de produzir gotas direcionadas e de tamanho adequado para recobrir o alvo (folhas ou espigas) da forma mais eficiente possível. Existe, no mercado, grande variedade de bicos, com diferentes tipos de jatos, ângulos de aplicação e para diferentes pressões. Para se escolher a melhor ponta/bico, deve-se consultar o catálogo de cada fabricante.

260 Qual é o melhor horário para se aplicar fungicida?

Para se escolher o melhor horário de aplicação de fungicida, deve-se observar as condições ideais de temperatura, de umidade e de vento. Temperaturas altas (acima de 30 °C) e baixa umidade relativa do ar (abaixo de 55%) podem prejudicar a aplicação devido à rápida evaporação das gotas, principalmente no caso de gotas finas, ou também causar efeitos prejudiciais à cultura.

261 Deve-se usar adjuvante nas pulverizações e quais?

Depende do fungicida, pois há adjuvantes que podem causar queima das folhas. Cada fabricante de fungicida indica, na bula, qual adjuvante deve ou não ser utilizado.

262 É possível combinar produtos agroquímicos numa mesma aplicação?

A mistura em tanque, que é a adição de dois ou mais produtos comerciais quando do preparo da calda antes da aplicação, não é permitida. Tal procedimento pode alterar as propriedades físicas e químicas da solução, reduzindo a eficiência dos fungicidas. Misturas prontas com combinação de ingredientes ativos, como triazol + estrubirulina, constituem um formulado comercial que passou por testes que garantem a funcionalidades e a eficiência das moléculas numa mesma solução.

Toda vez que um fabricante de fungicida deseja avaliar o efeito de misturas, para obter uma nova formulação, faz-se necessário um registro especial temporário (RET) que é controlado pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (Mapa).

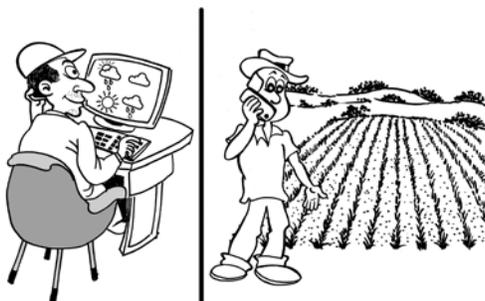
263 Por que, com o passar do tempo, uma cultivar de trigo perde resistência a determinada doença?

Existem diversos mecanismos de resistência de plantas a doenças. Alguns mecanismos permitem uma resistência durável. São mecanismos normalmente inespecíficos (estruturais e bioquímicos) que atrasam o progresso da doença. Outros mecanismos, mais específicos e que dependem de algum nível de reconhecimento entre a planta e o patógeno, podem ser mais facilmente quebrados. Isso pode ocorrer porque, na população patogênica, já existem indivíduos aptos a quebrar a resistência e a adoção de cultivares resistentes seleciona esses indivíduos.

Patógenos também podem sofrer processos de recombinação e de mutação, gerando formas variáveis de genes que permitem quebrar esse tipo de resistência. A resistência à raça específica para ferrugens em trigo é um exemplo de resistência que frequentemente é “quebrada” pelo surgimento de novas raças.

264 Como funcionam os sistemas de alerta e de previsão de doenças e o que é o Sisalert para trigo?

Os sistemas de alerta e de previsão de doenças utilizam as previsões do tempo em modelos epidemiológicos, para verificar o risco de ocorrência de doenças em determinada região. São sistemas de apoio à tomada



de decisão e ferramenta de grande utilidade para agricultores e assistentes técnicos, para fornecer informações referentes ao manejo de doenças, notadamente com relação ao uso de fungicidas.

O Sisalert é uma plataforma multimodelo que funciona com os seguintes objetivos:

- Coleta dados meteorológicos obtidos de estações automáticas e de prognósticos de tempo.
- Processa as informações por diversos modelos epidemiológicos, simples ou complexos, para simulação e alertas de risco de epidemias.
- Distribui a informação de risco para os usuários.

Com os dados observados, esse sistema fornece informações sobre o comportamento passado ou recente da doença. Com dados de prognósticos meteorológicos, é possível obter a predição antecipada do risco de uma epidemia.

265

Quais são as principais doenças causadas por vírus, na cultura do trigo?

Nas condições brasileiras, duas viroses foram relatadas desde a expansão da triticultura, na década de 1970, e continuam sendo frequentes, causando prejuízos econômicos:

- Nanismo-amarelo – Causado por espécies de *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) e *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV).
- Mosaico-comum-do-trigo – Atribuído ao *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV).

Além dessas viroses, recentemente foi detectado, no País, o mosaico-estriado-do-trigo causado por *Wheat streak mosaic virus* (WSMV).

266

Como diagnosticar as principais viroses, na cultura do trigo?

O nanismo-amarelo se caracteriza por forte amarelecimento das folhas (que ocorre no sentido do ápice para a base da folha), redução do crescimento e atraso no desenvolvimento da planta.

A redução de crescimento não se restringe à altura (nanismo). Também podem ser reduzidos o número de afilhos, a massa foliar e a massa do sistema radicular.

Entre os sintomas mais característicos dessa virose, está a alteração da coloração do limbo foliar (borda da folha). No trigo, geralmente ocorre o amarelecimento do limbo foliar, mas, dependendo da cultivar, outras tonalidades mais avermelhadas podem ser observadas. Além da alteração da cor, ocorrem alterações morfológicas, com o limbo foliar adquirindo aspecto lanceolado e tornando-se mais rígido.

O mosaico-comum-do-trigo se caracteriza pela alternância entre tecidos sadios e afetados. Nas folhas, o mosaico expressa-se pela alternância entre áreas verdes e descoloridas (geralmente amareladas). Padrões em listras são comuns. Plantas de trigo com mosaico-comum apresentam-se amareladas e com crescimento retardado.

Dependendo da cultivar, pode ocorrer enrosetamento, com a formação abundante de brotações curtas. Muitas vezes não ocorre espigamento. Normalmente, a distribuição de plantas doentes no campo, ocorre em áreas definidas, preferencialmente em locais onde a drenagem do solo não é boa. Apenas com base em sintomas, pode ser difícil identificar corretamente o agente causal, sendo necessários testes sorológicos e moleculares.

267 Como manejar doenças causadas por vírus?

Uma das medidas mais importantes para o controle de doenças causadas por vírus é a resistência genética e/ou tolerância a infecção viral. No caso de vírus transmitidos por organismos vetores (ácaros, nematoides, insetos) pode-se empregar também a resistência ao vetor. O controle químico de vetores (ácaros e insetos) também é uma medida importante.

No Brasil, para combater o nanismo-amarelo, tem sido utilizado, com eficiência, o controle biológico baseado em inimigos naturais (predadores e parasitóides), o uso da tolerância ao vírus e a aplicação de inseticidas no tratamento de sementes e em parte aérea.

Para combater o mosaico-comum-do-trigo, em áreas com histórico da doença, a principal medida é usar cultivares resistentes ao vírus.

268 No Brasil, quais as doenças bacterianas mais comuns em lavouras de trigo?

No Brasil, as principais doenças bacterianas da cultura do trigo são a queima-da-folha-do-trigo, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, e a estria bacteriana, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*.

269 Como manejar doenças causadas por bactérias?

A queima-da-folha-do-trigo (*P. syringae* pv. *syringae*) apresenta fases epifíticas. Assim, populações da bactéria geralmente encontram-se presentes, colonizando a superfície foliar de plantas de trigo ou de outras espécies. Consequentemente, em havendo condições meteorológicas adequadas (temperaturas entre 15 °C e 25 °C e alta umidade relativa do ar), ocorrem surtos da doença. A resistência genética é o método mais eficiente e econômico de controle da queima-da-folha-do-trigo.

Para a estria bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *ondulosa*) o cultivo do trigo em áreas livres de restos culturais desse cereal ou outras gramíneas suscetíveis associada ao uso de semente livre de bactérias são medidas preventivas de controle. A maioria das cultivares é suscetível.

270 A inserção do cultivo do trigo – entre o milho-safrinha e a soja – pode trazer quais vantagens ou desvantagens, em relação à ocorrência de doenças?

Geralmente, as doenças do trigo e do milho são distintas, não havendo multiplicação do inóculo de uma cultura para outra. Em

casos como a giberela, o inóculo primário, proveniente da palha do milho, é menos importante que o inóculo presente nas correntes de ar. Por sua vez, sendo o milho uma gramínea, assim como o trigo, ele pode atuar como uma ponte verde para algumas pragas e doenças transmitidas, como é caso de pulgões e ácaros vetores de viroses.

Ressalta-se que todo sistema de cultivo deve considerar a rotação das culturas entre anos de plantio. Por isso, é importante deixar que os restos de uma cultura se decomponham, antes da sua reintrodução, sob pena de haver alto inóculo primário na safra subsequente.

8

Manejo Integrado de Pragas



Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Alberto Luiz Marsaro Junior

Douglas Lau

Antônio Ricardo Panizzi

José Roberto Salvadori

Quais os principais insetos-praga que atacam a cultura do trigo?

Estima-se que mais de 1 centena de espécies de insetos podem ser encontradas em lavouras de trigo. Entretanto, é relativamente pequeno o número de espécies que, considerando os níveis populacionais e a frequência com que ocorrem, podem ser consideradas pragas da cultura do trigo. Por ocorrerem com maior abrangência geográfica e atingirem mais frequentemente níveis que exigem controle, pulgões, lagartas-desfolhadoras e corós são considerados pragas principais.

As principais espécies de pulgões (Hemiptera: Aphididae) são:

- Pulgão-verde-dos-cereais (*Schizaphis graminum*).
- Pulgão-do-colmo-do-trigo ou pulgão-da-aveia (*Rhopalosiphum padi*).
- Pulgão-da-folha-do-trigo (*Metopolophium dirhodum*).
- Pulgão-da-espiga-do-trigo (*Sitobion avenae*).

Considerando toda a região tritícola brasileira, as lavouras de trigo podem ser atacadas, principalmente, por três espécies de lagartas (Lepidoptera, Noctuidae) que se alimentam das folhas e de outros órgãos da parte aérea das plantas. São elas a lagarta-do-trigo (*Pseudaletia sequax* e *P. adultera*) e a lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*).

Em regiões de clima mais quente, podem ocorrer também a lagarta-dos-capinzais (*Mocis latipes*) e *Helicoverpa armigera*, espécie recentemente introduzida no País. No extremo Sul do Brasil, os corós – larvas de besouros da família Scarabaeidae – constituem problema dos mais sérios para o trigo. As espécies associadas a esta cultura são nativas e sua importância econômica cresceu a partir da década de 1980. O coró-das-pastagens (*Diloboderus abderus*) é citado como praga desde a década de 1950, enquanto o coró-do-trigo (*Phyllophaga triticiphaga*) foi registrado mais recentemente.

As espécies de percevejos mais comumente encontradas em trigo pertencem às famílias Pentatomidae e Miridae, como os percevejos-barriga-verde (*Dichelops furcatus* e *Dichelops melacanthus*),

o percevejo-verde (*Nezara viridula*), o percevejo-do-trigo (*Thyanta perditor* – Pentatomidae) e o percevejo-raspador, percevejo-do-capim ou percequito (*Collaria scenica* – Miridae).

272

Em quais fases da cultura do trigo pode ocorrer ataque de insetos?

Em todas as fases de desenvolvimento da cultura do trigo pode ocorrer ataque de insetos. Para os corós, o período crítico de ataque vai da fase de plântula até o início do perfilhamento. Os pulgões atacam a cultura durante todas as suas fases de desenvolvimento. Entretanto, as fases mais críticas são o início do perfilhamento – Quando os vírus transmitidos podem prejudicar, severamente, o desenvolvimento das plantas – e o espigamento – quando altas populações de afídeos sugando as espigas em desenvolvimento podendo reduzir a qualidade e a quantidade dos grãos produzidos.

As lagartas também podem ocorrer durante todas as fases de desenvolvimento da cultura, sendo a mais crítica a do espigamento. Entretanto, a intensidade dos danos é determinada pelo tamanho da população de insetos.

273

Quais os danos causados ao trigo pelo ataque de pulgões, lagartas e corós?

Os danos dos pulgões podem ser ocasionados diretamente, por meio da sucção da seiva e de seu efeito no rendimento de grãos, como diminuição do tamanho, número e peso dos grãos e redução do poder germinativo de sementes. Altas infestações de afídeos (pulgões) podem provocar amarelecimento e até a morte de plantas, dependendo do tamanho das populações presentes.

Entretanto, um dos principais danos dos afídeos é causado indiretamente pela transmissão de vírus fitopatogênicos que reduzem o potencial de produção do trigo, como o *Barley Yellow Dwarf Virus* (BYDV), comumente denominado vírus-do-nanismo-amarelo-da-

-cevada (VNAC), e o *Cereal Yellow Dwarf Virus* (CYDV) ou vírus-do-nanismo-amarelo-dos-cereais. Esses vírus são disseminados de plantas infectadas para sadias, exclusivamente através da saliva do vetor (pulgão). A infecção viral causa sintomas como nanismo das plantas e folhas de coloração amarela-intensa com bordas arroxeadas, mais curtas e eretas.

Os corós causam danos diretos ao alimentarem-se de sementes, raízes e plantas. Para se ter uma ideia, numa semana, um único coró (em atividade plena e em seu tamanho máximo), é capaz de consumir em torno de duas plântulas de trigo. Por serem polívoros (possuir ampla variedade de tipos de alimentos), podem atacar diversas espécies de plantas cultivadas ou não, incluindo plantas daninhas. Contudo, por coincidência fenológica, provocam maiores danos em culturas de inverno, embora também possam danificar culturas de verão semeadas precocemente (especialmente milho) ou em final de ciclo (especialmente, *P. triticophaga*, em soja).

Em qualquer caso, os ataques iniciam em manchas, podendo evoluir para áreas maiores. Em função do tamanho e da capacidade de consumo das larvas de terceiro ínstar (estádio de crescimento), o período mais crítico para a cultura vai de maio a outubro e, às vezes, novembro.

Os danos das lagartas decorrem, principalmente, dos seus hábitos filófagos, alimentando-se de folhas e de perfilhos novos. Entretanto, a lagarta-do-trigo (*Pseudaletia* spp.) ataca também as espigas, destruindo aristas e espiguetas, muitas vezes cortando na base da espiga e as derrubando no solo.

274

O que é e como é feito o monitoramento ou amostragem de pragas no cultivo de trigo?

O monitoramento ou amostragem é a retirada de amostras da população de insetos presentes numa determinada área da lavoura de trigo, visando estimar o tamanho dessa população. Esse monitoramento é feito por meio de inspeções semanais, amostrando-se aleatoriamente locais nas bordas e no interior das lavouras,

que proporcionem um resultado médio representativo da densidade de insetos.

Para cada espécie de inseto-praga, existe um procedimento adequado para seu monitoramento. Para pulgões, a amostragem deve ser feita contando-se os insetos presentes nas plantas, nos perfilhos e nas espigas. Para lagartas, deve ser contado o número de lagartas grandes (maiores que 3 cm de comprimento), médias (de 2 cm a 3 cm) e pequenas (menores que 2 cm), vasculhando cuidadosamente o solo e as plantas. No caso de *Spodoptera frugiperda*, o monitoramento deve começar logo após a emergência das plantas.

Já para *Pseudaletia* spp., o monitoramento deve ser intensificado a partir do espigamento e, além do número de lagartas, deve ser avaliado o grau de redução da área da folha bandeira, cuja integridade até o enchimento dos grãos é fundamental para o máximo rendimento da cultura.

Para corós (*Diloboderus abderus* e *Phyllophaga triticophaga*), o monitoramento deve ser feito ao longo de todo o ano, antes da semeadura, durante o desenvolvimento das plantas e após a colheita das culturas, por meio da observação da ocorrência de sintomas em plantas (morte de plântulas ou de afillhos e desenvolvimento reduzido), da ocorrência de perdas na produtividade e da abertura de trincheiras para quantificação e identificação dos corós presentes no solo.

275

Como é definido o nível de ação para se controlar insetos-praga e qual é o nível para as principais pragas que atacam o trigo?

O nível de ação é a densidade populacional de insetos-praga em que medidas de controle devem ser tomadas para se evitar que essa população aumente e cause danos econômicos ao trigo. Esses níveis são definidos por trabalhos técnico-científicos que estudam cada espécie de inseto-praga relacionando danos e tamanho da população.

Os níveis de ação são determinados pelo monitoramento da lavoura para contagem e identificação dos insetos-praga e são os seguintes:

- Corós – 5 corós/m² (amostragem de solo antes da semeadura – trincheiras de 50 cm a 100 cm x 25 cm x 20 cm de profundidade).
- Pulgões – 10% de plantas infestadas com pulgões (emergência ao afilhamento), média de 10 pulgões/afilho (elongação ao emborrachamento) e média de 10 pulgões/espiga (espigamento ao grão em massa) (contagem em plantas, em perfilhos e em espigas).
- Lagartas – 10 lagartas maiores que 2 cm/m² (contagem direta no solo a partir da emergência das plantas).

276

Quais são os métodos de controle preventivo de insetos-praga em trigo?

Pode-se abordar a ideia de controle preventivo de duas maneiras distintas. A primeira pode ser definida como toda prática de controle usada para evitar a ocorrência de uma determinada praga; e a segunda, como toda prática de controle usada de forma a evitar a ocorrência de dano econômico à cultura.

Enquanto a primeira definição está relacionada com a aplicação de um inseticida, por exemplo, para evitar a presença do inseto-praga na cultura, a segunda definição considera a presença do inseto-praga na cultura e geralmente está associada a um nível de ação ou controle baseado no tamanho da população desse inseto no campo. Assim, pode-se considerar a segunda como uma abordagem racional do uso de práticas de controle, especialmente, quanto ao uso de inseticidas químicos.

Tendo-se em mente essas duas abordagens, o tratamento de sementes para controle de pulgões é usado para evitar a presença desses insetos na cultura (primeira abordagem), ou seja, caso o ataque de pulgões ocorra, as plantas estarão protegidas em seu estágio inicial de desenvolvimento. Para as outras espécies de insetos-praga de trigo, deve-se usar a segunda abordagem, baseando-se no con-

trole e no monitoramento dos insetos a campo, e nos níveis de ação estabelecidos.

277 O que é tratamento curativo das pragas?

É toda prática executada para controlar um inseto-praga presente na lavoura ou na massa de grãos que já tenha atingido ou superado os níveis de controle.

278 Qual o procedimento adotado para se controlar pragas durante a fase vegetativa da lavoura?

Sabendo-se que os pulgões podem ocorrer desde o aparecimento das primeiras folhas da planta de trigo, especialmente *Rhopalosiphum padi*, e que a chance de transmissão de fitoviroses (B/CYDV) é elevada, recomenda-se tratar as sementes como prática rotineira, visando proteger as plantas de trigo da infecção por vírus, já nos seus estádios iniciais de desenvolvimento.

Após esse período, recomenda-se o monitoramento de plantas para se detectar a presença de pulgões e somente quando o nível de ação for atingido, pulverizar com inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para inseto-praga e para o trigo. Em locais onde os corós são pragas frequentes, é fundamental que seja feito monitoramento periódico das áreas, tanto no inverno como no verão, visando constatar o início e a evolução das infestações, e identificar e quantificar as espécies. Uma vez detectada a presença de corós-pragas antes do plantio e seu número tenha atingido o nível de ação, recomenda-se tratar as sementes com inseticidas registrados no Mapa, tanto para o inseto-praga como para o trigo.

279 Quais são as condições favoráveis à ocorrência de corós e como controlá-los de maneira eficiente?

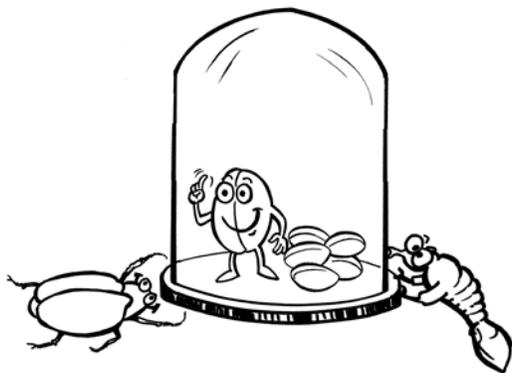
Na cultura do trigo, a ocorrência de corós não está generalizada em todas as regiões produtoras. Além disso, numa mesma área, as

populações flutuam naturalmente. O não revolvimento do solo, para fins de semeadura, favorece a sobrevivência dos corós. A crescente adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto e o preparo reduzido, apesar de todas as demais vantagens que apresentam, tem contribuído para o aumento da incidência de corós.

Geralmente, quanto maior a população de corós-pragas, maior é o potencial de danos e maior a dificuldade de controle. Densidades superiores ao nível de ação ou nível de controle (5 corós/m²) implicam no emprego de maiores doses de inseticidas (tratamento de sementes), diminuindo a probabilidade de sucesso e de retorno econômico para a prática de controle. Eventualmente, o controle pode ser aplicado apenas nas manchas onde foram encontrados os maiores números de larvas na amostragem antes do plantio (reboleiras).

280

O tratamento de sementes com inseticidas é eficiente para todas as pragas iniciais do trigo?



É eficiente somente para as pragas que ocorrem nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura do trigo, da emergência até o início do perfilhamento. Nesse período, têm-se como pragas importantes corós, pulgões e, eventualmente, lagartas.

A ação de inseticidas aplicados via semente é influenciada por condições climáticas, especialmente pela quantidade de chuva, e pelas condições de umidade do solo. Assim, a duração média da eficiência dos inseticidas usados via tratamento de sementes é de 18 dias, sendo bastante reduzida em condições de seca ou de chuvas excessivas.

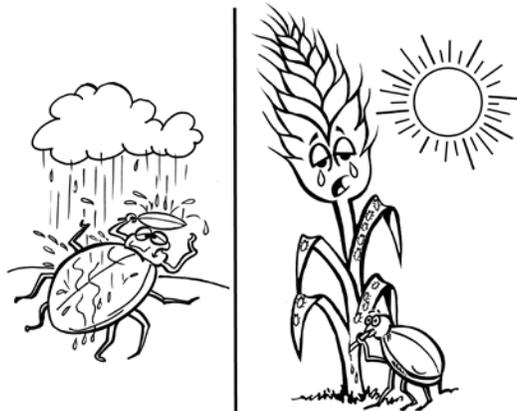
281

O que determina o aumento da população de pulgões no trigo?

As populações de afídeos são reguladas pelas condições do ambiente e por seus inimigos naturais (agentes de controle biológico – parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos).

O aumento da população de pulgões em trigo está associado com

temperaturas amenas (18 °C a 22 °C) e com períodos de estiagem, pois a precipitação direta tem efeito físico adverso sobre as populações de afídeos. Observa-se redução da população de pulgões em períodos de maior pluviosidade e de baixas temperaturas.



282

Quais as medidas recomendadas para reduzir a infestação e os danos provocados por pulgões em cultivo de trigo?

Para reduzir a infestação e os danos provocados por pulgões recomenda-se:

Antes do plantio: fazer, de forma preventiva, o tratamento de sementes com inseticidas.

Após a emergência: monitorar, regularmente, as lavouras para detectar e quantificar a presença de pulgões e só aplicar inseticidas quando os níveis de ação recomendados forem atingidos (10% de plantas infestadas com pulgões da emergência ao afilhamento, média de 10 pulgões/afilho da alongação ao emborrachamento e média de 10 pulgões/espiga do espigamento ao grão em massa).

Obedecer aos níveis de ação possibilita a atuação de agentes de controle biológico (predadores, parasitoides e entomopatógenos) e reduz consideravelmente o número de aplicações de inseticidas.

Quando a aplicação de inseticidas for necessária, deve-se utilizar aqueles registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o inseto-praga e a cultura, dando preferência para aqueles com maior seletividade aos agentes de controle biológico.

283

Como controlar as lagartas em final de ciclo de cultivo, numa produção sem riscos de resíduos de inseticidas?

A ocorrência de altas populações de lagartas danificando as espigas em final de ciclo é esporádica. Normalmente, as espécies que podem ocorrer são *Pseudaletia sequax* e *P. adultera*. Entretanto, pode ocorrer, também, o ataque de *Helicoverpa armigera*, praga recentemente detectada no Brasil.

Para detectar populações de insetos e evitar que ocorram danos econômicos, é importante que se faça o monitoramento regular das lavouras para detecção do inseto-praga antes que a população esteja alta. Entretanto, quando isso ocorrer, recomenda-se usar inseticidas reguladores de crescimento ou biológicos registrados para essas pragas em trigo. Assim, reduz-se o risco de contaminação residual por inseticidas.

284

Qual é a forma de se escolher inseticidas para controlar insetos-praga da cultura do trigo?

A escolha do inseticida começa pelo monitoramento da lavoura e pela correta identificação do inseto que está atacando a cultura, seguida pela observação do número de insetos presentes na área cultivada. Caso esse número seja suficiente para atingir o nível de ação e uma pulverização seja necessária, o próximo passo é saber qual o tipo de dano que esse inseto causa, para então definir pelo mecanismo de ação, qual inseticida usar (contato, ingestão, sistêmico). Por exemplo, para lagartas com aparelho bucal

mastigador, que consomem área foliar, pode-se aplicar um produto que fique depositado na superfície da folha, atuando por ingestão ou contato. Entretanto, para insetos sugadores, o mais adequado é que o produto a ser usado tenha ação sistêmica, ou seja, apresente certo grau de absorção pela planta.

Recomenda-se escolher, primeiramente, produtos com maior seletividade, preservando inimigos naturais, e usar somente produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para o inseto-praga e para o trigo. Informações sobre os inseticidas registrados podem ser obtidas no site do Mapa, consultando-se o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2015).

285

Que aspectos devem ser observados para que uma pulverização de inseticidas seja efetuada de forma correta?

Geralmente, recomenda-se que as pulverizações sejam efetuadas quando a umidade relativa do ar (URA) for superior a 50% e a temperatura ambiente for inferior a 30 °C. A velocidade do vento deve estar entre 3 km/h e 10 km/h. Outros aspectos que devem ser considerados são:

- Volume de calda.
- Quantidade de gotas/cm² (tipo de bico/tamanho da gota).
- Cobertura do alvo da pulverização.
- Mecanismo de ação do inseticida (contato, ingestão, sistêmico).

Pulverizações com volume de calda pequeno são feitas com gotas finas, aumentando o risco de deriva ou evaporação e pulverizações com volumes altos podem resultar em perdas por escoamento do inseticida.

Já a eficiência da maior ou da menor densidade de gotas está associada ao mecanismo de ação do defensivo. Assim, como não existe uma receita estabelecida, o sucesso da pulverização vai depender da correta combinação de todos esses fatores, dependendo da situação encontrada no campo.

Quais os principais cuidados que devem ser tomados para o uso adequado de defensivos agrícolas?

Quando o uso de inseticidas se fizer necessário, devem-se tomar os seguintes cuidados:

- Não abastecer o pulverizador com resto de calda de uso anterior (principalmente de herbicidas).
- Eliminar vazamentos ou entupimentos dos pulverizadores.
- Não lavar os pulverizadores nem os bicos em rios, em córregos ou em lagoas.
- Não deixar a calda transbordar no tanque.
- Não desentupir os bicos dos pulverizadores com a boca.
- Usar vestimenta adequada e equipamentos de proteção individual (EPIs) (roupa limpa, mangas compridas, máscaras, luvas, chapéu, óculos apropriados e calçado fechado).
- Não pulverizar contra o vento.
- Não trabalhar de estômago vazio e nem comer durante as aplicações.

Em que situação é recomendável usar produtos químicos para controlar as pragas em lavouras de trigo?

Toda e qualquer prática de controle deve ser baseada nas informações vindas da lavoura, fazendo com que o monitoramento seja o componente principal na tomada de decisão. Assim, o uso de inseticidas químicos para controle de pragas deve ser feito quando não houver outras alternativas de controle e, com base nos resultados dos monitoramentos a campo, somente quando os níveis de ação estabelecidos para controle de cada espécie de inseto praga forem atingidos.

Ao executar o monitoramento de pragas, adotando-se os níveis de ação, normalmente evitam-se aplicações excessivas e desnecessárias.

288

O que é seletividade de um inseticida e por que essa característica é importante?

Um inseticida é considerado seletivo quando controla apenas determinado grupo de insetos-praga, ou seja, quando ele não tem ação ampla. Assim, a seletividade de um inseticida é uma característica importante no manejo de pragas, pois permite que se controle apenas a espécie de inseto que está causando danos à cultura, não eliminando, por exemplo, os insetos benéficos (polinizadores, predadores e parasitoides).

289

O uso de misturas inseticidas é medida efetiva contra a resistência a inseticidas?

Não, pelo contrário. As misturas de inseticidas, normalmente de diferentes grupos químicos, aumentam a probabilidade de ocorrência de populações de insetos resistentes aos grupos químicos usados. Essa probabilidade é diretamente proporcional à frequência de uso dessa mistura.

O que se recomenda para evitar ou reduzir a probabilidade de resistência é a rotação/alternância de grupos químicos e de princípios ativos. Além disso, as misturas não são práticas recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e em decorrência da eventual incompatibilidade (física e química) entre os princípios ativos misturados, pode haver casos de redução de eficiência e de fitotoxicidade.

290

Quais são as alternativas sustentáveis e de base ecológica no controle de insetos-praga, no cultivo de trigo?

As práticas recomendadas para controle sustentável e de base ecológica são:

- Controle biológico natural efetuado por parasitoides, predadores e entomopatógenos.

- Rotação de culturas com plantas não hospedeiras de pragas da cultura do trigo.
- Tomada de decisão de controle baseada em critérios técnicos, principalmente, com base nos dados obtidos pelo monitoramento de insetos na lavoura e pelo uso dos níveis de ação.

291 O que é controle biológico?

É o fenômeno do controle de insetos-praga realizado por inimigos naturais, que pode ocorrer de forma natural ou ser induzido por ação antrópica (participação humana), denominado de controle biológico aplicado. Todas as espécies de insetos-praga têm inimigos naturais atacando-os em seus diferentes estádios de vida. Esses inimigos naturais ou agentes de controle biológico podem ser classificados em predadores, parasitoides e patógenos.

As categorias de predadores e parasitoides geralmente são formadas por diferentes espécies de insetos, considerados benéficos por se alimentarem de insetos-praga. A categoria de patógenos é formada por fungos, vírus e bactérias.

292 É possível usar o controle biológico para pulgões na cultura do trigo e como se faz isso?

Sim. Na cultura do trigo, o controle biológico dos pulgões ocorre, naturalmente, em condições de campo, pela ação de diversas espécies de inimigos naturais, principalmente os parasitoides e os predadores. Para que esses agentes de controle biológico sejam preservados e possam exercer seu papel no controle de pulgões, é importante que sejam adotados os fundamentos do manejo integrado de pragas, especialmente, o monitoramento, a adoção dos níveis de ação e o uso de inseticidas seletivos.

293

Qual é a importância dos inimigos naturais no controle de pragas na cultura de trigo?

Os inimigos naturais atuam na regulação da população de insetos-praga, reduzindo seus surtos populacionais e contribuindo para que as populações desses insetos se mantenham em condições de campo, abaixo dos níveis de ação estabelecidos para controle.

294

O que é armadilha de feromônio e como usá-la?

Feromônios são compostos químicos voláteis que os insetos produzem e com os quais se comunicam, seja para fins de acasalamento, alimentação ou defesa. Cada espécie de inseto produz compostos específicos que são reconhecidos apenas pelos indivíduos da mesma espécie.

Assim, as armadilhas de feromônio, geralmente usando feromônio sexual, têm por objetivo atrair somente as espécies pragas e podem ser usadas tanto para monitoramento do tamanho da população da praga quanto para a tomada de decisão e o controle de pragas.



295

O que é manejo integrado de pragas?

É um conjunto de ações que visam preservar ou aumentar os fatores de mortalidade natural de insetos-praga, associando o ambiente e sua dinâmica populacional. Esse conjunto de ações utiliza técnicas baseadas em parâmetros biológicos, econômicos e ambientais, de forma tão compatível quanto possível, buscando manter a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar danos econômicos.

296

Como estabelecer um programa de manejo integrado de pragas na cultura do trigo?

As principais informações para se estabelecer manejo integrado de pragas (MIP) na cultura do trigo são:

- Métodos de amostragem.
- Principais pragas.
- Principais inimigos naturais.
- Influência dos fatores climáticos na dinâmica populacional das pragas.
- Determinação dos níveis de ação.
- Alternativas de controle.

Um bom programa de MIP deve utilizar todas essas informações de forma a integrar as diversas estratégias de controle disponíveis, definindo o momento e os métodos adequados para intervenção, buscando redução de danos econômicos e ambientais.

297

Os insetos predadores alimentam-se de todas as pragas?

Os insetos predadores são considerados generalistas, ou seja, se alimentam de diferentes espécies de insetos-praga. São organismos de vida livre, normalmente maiores que a presa e precisam se alimentar de mais de um indivíduo para completar seu ciclo de desenvolvimento.

298

O que é inseto parasitoide e quais parasitoides são encontrados em lavouras de trigo?

Parasitoide é aquele inimigo natural que normalmente é do tamanho da



presa e cuja fase larval se alimenta do conteúdo de um único hospedeiro para completar seu ciclo de desenvolvimento. O adulto tem vida livre. Existem diversas espécies de parasitoides atacando pragas da cultura do trigo. Entretanto, as mais comuns são as que controlam pulgões, principalmente as vespinhas de diferentes espécies de *Aphidius*, *Aphelinus*, *Praon*, *Diaeretiellae* também da espécie *Lysiphlebus testaceipes*.

299 **Qual manejo a ser adotado para melhor controle do percevejo-barriga-verde, e até que fase de desenvolvimento do trigo deve-se fazer esse controle?**

O controle desse percevejo só deve ser feito se forem quantificados, em média, dois percevejos por metro (na linha de plantio), no monitoramento da lavoura.

Em áreas com ocorrência frequente do percevejo-barriga-verde, recomenda-se fazer tratamento de sementes como prática habitual e efetuar aplicação em pulverização quando for atingido o nível populacional mencionado.

O monitoramento desse inseto deve ser feito durante todas as fases de desenvolvimento da cultura, com especial atenção para o estágio de emborrachamento, considerado o período mais crítico do ponto de vista de redução no rendimento de grãos.

300 **Que medidas devem ser tomadas para diminuir o dano causado pelo percevejo-barriga-verde no cultivo do trigo?**

Para diminuir o dano causado por esse inseto, recomenda-se fazer tratamento de sementes e aplicar inseticidas em pulverização quando o nível populacional de dois percevejos por metro (na linha de plantio) for atingido.

As amostragens têm melhor resultado quando feitas durante o dia, com temperaturas amenas, evitando-se horários muito quentes ou muito frios.

301

O aumento nas doses de neonicotinoides, no tratamento de sementes de trigo, aumenta o controle sobre o percevejo-barriga-verde? Qual seria a dose exata?

Nos diferentes produtos à base de neonicotinoides, disponíveis para tratamento de sementes, a dose recomendada pelo fabricante é comprovada, cientificamente, como eficiente para o controle de percevejos. Assim, não se recomenda aumentar a dose além daquela que vem prescrita na bula do produto.

Os riscos de aumento da dose além do recomendado podem variar desde o efeito negativo em organismos não alvo até os casos de fitotoxicidade e morte de plântulas. Assim, caso seja observado a campo qualquer sinal de ineficiência do produto para a praga-alvo, o fabricante deve ser imediatamente informado a fim de tomar as medidas necessárias para corrigir essa situação.

302

Como é possível reconhecer o ataque de percevejo-barriga-verde nas plantas de trigo?

Os sintomas dos danos aparecem alguns dias após o inseto ter se alimentado. Plântulas atacadas apresentam folhas com perfurações transversais, inclusive com necrose do tecido. As folhas dobram-se ou quebram-se nas linhas de perfuração e algumas ficam enroladas e deformadas.

Quando o ataque do inseto ocorre nos colmos, a planta pode aumentar o número de perfilhos, que pode culminar na sua morte, ou as folhas que mais tarde estarão expostas ficam deformadas no local de ataque; as espigas ficam chochas e brancas. Quando o inseto se alimenta na espiga, observam-se espiguetas atrofiadas, sem grãos e de coloração branca.

303

Até que ponto a rotação de culturas com trigo pode ajudar no controle de nematoides-de-galha e de corós na lavoura de soja, em áreas onde se cultiva milho-safrinha no inverno?

A adoção da rotação de cultura com trigo, se conduzida adequadamente, preserva ou melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando:

- No controle de plantas infestantes, doenças e pragas.
- Na reposição de restos orgânicos.
- Na proteção do solo da ação de agentes climáticos.
- Na viabilização do plantio direto.
- Na diversificação da produção dos sistemas agrícolas.

Estudos recentes mostram que a maioria das cultivares de trigo atualmente em uso é resistente ao nematoide-de-galha (*Meloydogine javanica*, *M. enterolobii* e *M. incognita*), praga importante na cultura da soja. O sucesso do controle desse nematoide em áreas infestadas depende de um conjunto de medidas associadas, visando, principalmente, reduzir o nível populacional e impedir sua multiplicação. Assim, o uso de variedades de trigo resistentes a nematoides-de-galha é uma estratégia muito importante no manejo integrado devendo ser recomendada para uso em programas de rotação ou em sucessão de culturas, visando o controle desses nematoides.

Entretanto, em se tratando de corós, não há evidências científicas de que a rotação com trigo reduza a população de larvas no solo, a ponto de beneficiar a cultura da soja. Tanto o trigo quanto a soja estão sujeitos ao ataque desses insetos.

304 O que são baculovírus e qual seu modo de ação?

Os baculovírus são o maior e mais estudado grupo de vírus de insetos. Eles infectam artrópodes, majoritariamente insetos da ordem Lepidoptera, assim como insetos das ordens Diptera e Hymenoptera. Por causarem infecção letal nesses seres, os baculovírus são aplicados como agentes de controle biológico de insetos-praga da agricultura, como é o caso da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*). A infecção ocorre quando da ingestão pelas lagartas de alimentos contaminados com o vírus na sua forma oclusa (corpo de oclusão).

No ambiente alcalino do intestino médio dessa lagarta, os corpos de oclusão são dissolvidos, rapidamente, e as partículas virais são liberadas, causando infecção generalizada em todos os tecidos e a morte do inseto em poucos dias.

305

Quais são as principais características do *Bacillus thuringiensis* (*Bt*)?



Bacillus thuringiensis (*Bt*) é uma bactéria Gram positiva, em forma de bastonete, que durante a esporulação (fase de produção de estruturas de reprodução) sintetiza grande quantidade de prote

teínas (inclusões cristalinas) responsáveis pela atividade inseticida.

Após o inseto ingerir o *Bt*, esses cristais de proteína são solubilizados em pH alcalino do trato digestivo do inseto e, na presença de proteínas digestivas, são convertidos em compostos tóxicos (polipeptídeos). Essas substâncias causam a paralisia do intestino médio, a interrupção da alimentação, e, num período que pode variar de 1 a 3 dias, o inseto morre de inanição ou septicemia. Inseticidas à base de *Bt* não afetam inimigos naturais (predadores, parasitoides e patógenos).

Os casos de contaminação em humanos são extremamente raros, e, por apresentarem baixa persistência no ambiente, a probabilidade de efeitos prejudiciais sobre ele é bastante reduzida.

306

O que são insetos-praga de produtos armazenados?

São todos os insetos que atacam e danificam grãos após a colheita, ou seja, nos locais em que são armazenados, principalmente silos e armazéns. As principais espécies de insetos-praga de grãos armazenados pertencem às ordens Coleoptera (besouros) e Lepidoptera (traças ou mariposas).

307

Quais são as principais espécies de insetos-praga que ocorrem na armazenagem?

Diferentes espécies de insetos-praga atacam grãos armazenados e podem ser divididas em:

Pragas primárias – Têm capacidade de romper e danificar o tegumento de grãos saudáveis e íntegros.

Pragas secundárias – Atacam apenas grãos previamente danificados, seja pela ação das pragas primárias ou durante os processos de colheita, de transporte e de secagem.

Como principais pragas primárias, têm-se as seguintes espécies:

- *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).
- *Rhyzopertha dominica* (Col.: Bostrichidae), popularmente chamados de carunchos.
- *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae), popularmente chamada de traça.

As principais pragas secundárias são:

- *Tribolium* spp. (Col.: Tenebrionidae), *Cryptolestes* spp. (Col.: Cucujidae).
- *Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae).
- *Ephestia* spp. (Lep.: Pyralidae).

308

Quais são os tipos de dano econômico decorrentes de infestações por insetos em produtos armazenados?

Quando insetos atacam grãos armazenados, pode-se ter danos diretos e indiretos.

Danos diretos – Estão associados com o consumo do grão, ou seja, com a perda de peso e de valor nutritivo, com a contaminação do produto por fragmentos de insetos e, no caso de sementes, com a redução da taxa de germinação.

Danos indiretos – Estão relacionados, principalmente, com o transporte de esporos e com a atividade dos insetos que proporcionam condições para o desenvolvimento de fungos e consequente degradação dos grãos e contaminação por micotoxinas.

309

Quais são as medidas de controle de pragas na armazenagem?

As medidas de controle de insetos comumente usadas no armazenamento são a fumigação e a aplicação de inseticidas

químicos, ambas associadas a procedimentos de limpeza de toda a estrutura armazenadora. Formas alternativas de controle como o uso de baixas temperaturas e pós-inertes (terra de diatomáceas) ainda são esporádicas.

Grãos maduros estão sujeitos ao ataque de insetos, mesmo antes da colheita, o que significa dizer que, muitas vezes, o grão pode ser armazenado já contaminado com os ovos ou as larvas dos insetos-praga. Assim, da mesma forma que no campo, as medidas de controle usadas no armazenamento devem ser fundamentadas em critérios técnicos que levam em consideração a biologia, o comportamento e o tipo de dano causado por esses insetos.

310

Quais são as etapas de um programa de manejo integrado de pragas de grãos armazenados e como implementá-lo?

A implementação de um programa de manejo integrado de pragas em grãos armazenados inclui os seguintes passos:

- Treinamento constante do pessoal envolvido com armazenagem nos seguintes assuntos:
 - a) Identificação das espécies de insetos-praga de grãos armazenados.
 - b) Noções sobre a bioecologia das pragas de grãos armazenados.
 - c) Importância da limpeza e higienização dos equipamentos e da estrutura armazenadora.
 - d) Práticas de amostragem e monitoramento da massa de grãos e da unidade armazenadora.
 - e) Práticas de pulverização de inseticidas e de expurgo, e noções sobre resistência a inseticidas.
- Conhecimento da unidade armazenadora de grãos.
- Cronograma de amostragem/monitoramento da massa de grãos e estrutura da unidade armazenadora.
- Controle nas práticas de expurgo e de pulverização, na estrutura armazenadora e na massa de grãos.
- Registro organizado das informações sobre todos os procedimentos realizados.

A implementação desse programa deve ser gradual, mas para que ele tenha sucesso, todas as práticas adotadas devem se tornar processos a serem praticados rotineiramente.

311 O que é terra de diatomáceas?

É o nome dado ao mineral composto por carapaças fossilizadas de algas diatomáceas, sendo constituído, principalmente, por sílica (dióxido de silício – SiO_2). Quando finamente moído, esse mineral é usado como inseticida no controle de pragas de grãos armazenados, e seu modo de ação está relacionado com a retirada de gorduras (ceras) da camada superficial do exoesqueleto dos insetos, fazendo com que estes morram por desidratação.

312 Quais são as medidas preventivas no manejo integrado de pragas de grãos armazenados?

Pode-se considerar como preventivas todas as práticas realizadas para se evitar que o grão que será armazenado seja infestado por insetos. Como exemplos, são listadas as seguintes medidas:

- Higienização das instalações de recebimento.
- Limpeza e secagem de grãos.
- Higienização das correias transportadora.
- Higienização do silo onde o grão será armazenado.
- Pulverização dos grãos com inseticida na correia transportadora.
- Expurgo dos grãos após enchimento do silo.
- Monitoramento regular da massa de grãos para verificação da presença de insetos.

313 O que são inseticidas fumigantes e qual sua relevância em armazenamento?

São substâncias químicas que, dependendo das condições de temperatura e pressão, se apresentam no estado gasoso e,

assim, possuem grande capacidade de expansão. Geralmente, esses inseticidas não deixam resíduos tóxicos e, quando usados em dosagens e tempos de exposição adequados, são eficientes no controle de insetos em todos os estádios de desenvolvimento.

Além da dosagem e do tempo de exposição, outro fator primordial na eficiência da fumigação é a hermeticidade do local do expurgo, seja ele feito usando-se lona plástica ou dentro de um silo.

Esse local deve ter excelente vedação, para que o fumigante circule por todo o material tratado e não escape para o exterior. A relevância dos fumigantes no controle de pragas de armazenamento de grãos é justificada:

- Por sua eficiência de controle.
- Pela ausência de resíduos tóxicos.
- Pelo seu uso tanto como preventivo – para eliminar insetos no início do armazenamento – quanto de forma curativa, para controlar infestações ao longo do período de armazenamento.

314

O que é monitoramento de pragas, no manejo integrado, na unidade armazenadora?

É a peça fundamental para o sucesso do manejo integrado de pragas na unidade armazenadora e é por meio dessa prática que importantes decisões são tomadas para proteger a massa de grãos dos danos causados por insetos. O monitoramento para detecção da presença de insetos – que infestam a massa de grãos – deve ser feito por meio de armadilhas ou por peneiramento de amostras de grãos.

Importante também é o monitoramento feito no exterior das unidades armazenadoras, geralmente realizado com armadilhas contendo atrativos alimentares. Essa modalidade de monitoramento é capaz de detectar pontos de infestação na estrutura da unidade ou o período do ano de maior risco de contaminação da massa de grãos.

O que fazer com as informações obtidas no processo de monitoramento de insetos-praga?

Tanto nas lavouras como nas unidades armazenadoras, é muito importante que se mantenha todos esses registros organizados e salvos, seja em caderno ou em planilha de computador. Essas informações formarão um conjunto de dados de muita utilidade, que se tornarão mais importantes a cada safra que passar.

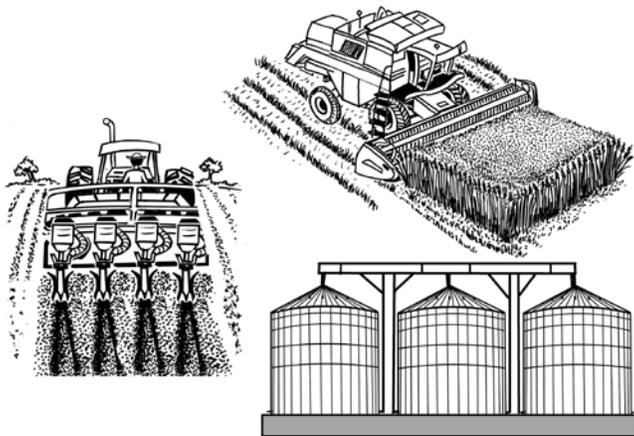
Com esse grupo de dados, o gestor da fazenda ou da unidade armazenadora pode identificar os principais problemas entomológicos, quando eles ocorrem e por que ocorrem e, assim, combatê-los com maior eficiência, programando a amostragem em períodos apropriados, planejando e otimizando a compra de insumos (inseticidas específicos para as espécies de insetos-praga que ocorrem) e organizando o cronograma de mão de obra para os períodos de maior necessidade. Enfim, são informações valiosas que não devem ser desperdiçadas

Referência

AGROFIT. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 out. 2015.

9

Mecanização, Colheita, Secagem e Armazenamento



*Antônio Faganello
José Antônio Portella
José Eloir Denardin
Luiz Eichelberger*

316

Como deve ser feita a regulagem da semeadora numa semeadura adequada?

Na aquisição de uma semeadora, normalmente o fabricante disponibiliza o manual de manutenção e regulagem, o qual deve ser consultado antes de qualquer procedimento de uso ou de ajuste. Algumas verificações e/ou ajustes gerais devem ser feitos:

- Antes de abastecer a semeadora com fertilizante e sementes, certificar-se de que todos os reservatórios estejam livres de impurezas ou de restos de fertilizante e de semente.
- Observar o estado geral de conservação dos dosadores de fertilizante e de sementes, quanto ao desgaste por fricção e/ou corrosão.
- Certificar-se da correta montagem dos mecanismos dosadores, verificando, antes do início da semeadura, se estão ajustados e girando livremente, sem necessidade de esforço exagerado, em especial, quando as sementes forem tratadas com produtos químicos em pó, pois estes se acumulam, facilmente, no dosador, dificultando o giro e a passagem das sementes.
- Certificar-se de que os condutores de fertilizante e de sementes estejam desobstruídos.
- No caso de sulcadores de discos, verificar se os discos estão girando livremente.
- Verificar a pressão dos pneus da semeadora, a qual deve ser igual em todas as rodas.
- Certificar-se de que os mecanismos de transmissão estejam adequadamente ajustados, substituindo peças desgastadas, regulando a tensão das correntes e efetuando reparos que se façam necessários.
- Efetuar a lubrificação geral dos mecanismos.

317

Em que situações a palhada de trigo pode prejudicar a semeadura das culturas de verão e como resolver esse problema?

As situações mais comuns, que podem prejudicar a semeadura das culturas de verão, são:

- Colhedora sem picador ou sem espalhador de palha.
- Picador ou espalhador de palha mal regulado.

Esses equipamentos devem ser ajustados para distribuir a palha numa faixa com a mesma largura da plataforma de corte da colhedora.

Se a cultura de trigo for destinada à cobertura de solo, a interrupção do ciclo da cultura pode ser efetuada de diferentes formas: por meio de equipamentos mecânicos (rolo-faca, grade de discos, picadores ou trituradores de palha, roçadoras entre outros); ou pela combinação de equipamentos mecânicos e herbicidas dessecantes.

318

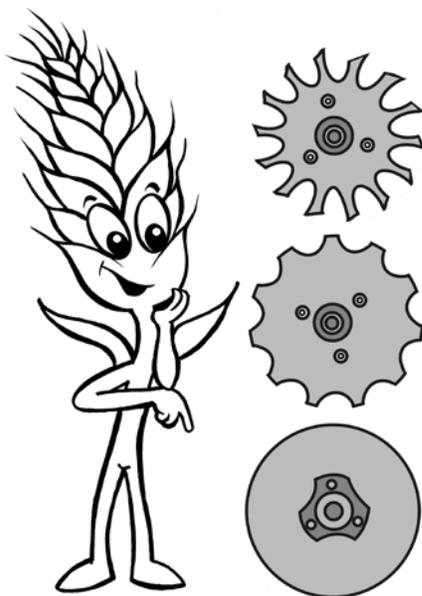
Qual é a finalidade, quais são os tipos de disco e qual disco de corte deve ser usado na semeadura direta?

O disco de corte tem como finalidade cortar a palha e abrir um estreito sulco no solo. Os principais formatos de discos de corte são:

- Plano de borda lisa.
- Plano de borda recortada.
- Estriado.
- Corrugado.
- Ondulado.

Os discos de corte plano de borda lisa e de borda recortada, pela menor área de contato com o solo, demandam menor força vertical (carga) da semeadora

para cortar a palha e abrir o sulco desejado no solo. Já o disco de corte ondulado, por apresentar maior área de contato com o solo, demanda mais massa da semeadora para cortar a palha e sulcar o solo.



Os discos de corte estriado e corrugado comportam-se de forma intermediária aos anteriores quanto à necessidade de força vertical para cortar a palha e penetrar no solo. Discos de corte estriados ou ondulados são menos propensos à patinagem e, conseqüentemente, são menos sujeitos ao embuchamento.

A largura do sulco formado pelos discos liso, estriado e ondulado oscila entre 3,5 cm e 7 cm, variando em função das condições de solo (tipo de solo, umidade) e da quantidade de palha existente.

319 Quando usar sistema de discos nas linhas da semeadora?

Quando a palha não estiver adequadamente distribuída na superfície do solo. Havendo pouca palha na superfície do solo, pode-se dispensar o disco de corte e usar somente os mecanismos sulcadores, formados por discos duplos desencontrados para efetuar o corte da palha e abrir o sulco, visando à deposição de fertilizante e de sementes.

Em área de lavoura com presença de pedras, é aconselhável usar o sistema de disco duplo desencontrado. Como desvantagem do sistema de discos, menciona-se a menor capacidade de penetração no solo em relação ao sistema de hastes sulcadoras estreitas, necessitando, portanto, mais massa (carga) para penetrar a uma mesma profundidade, lembrando que o emprego de sistema de hastes sulcadoras, nas linhas de semeadura das semeadoras para culturas com espaçamento reduzido (17 cm), como é o caso do trigo, não é possível pelas características construtivas dos seus chassis.

320 Qual é o diâmetro ideal dos discos nas linhas da semeadora?

Estudos demonstram que discos de corte com diâmetro em torno de 18 polegadas são mais efetivos para cortar a palha e abrir o sulco, em condições de até 5 t de palha na superfície do solo. Para as mesmas condições, discos de corte com diâmetro menor (13 polegadas), pelo ângulo de ataque em relação ao solo, tendem

a empurrar para frente a palha presente na superfície do solo, ocasionando problemas de embuchamento.

Quanto a discos de corte com maior diâmetro (20 a 24 polegadas), pelo ângulo de ataque em relação à superfície do solo, tendem a empurrar a palha para dentro do sulco. A melhor combinação para discos duplos defasados é 17 x 15 polegadas.

Vale lembrar que, quanto maior o diâmetro dos discos, maior é a necessidade de massa (carga) por linha de semeadura para operar numa mesma profundidade, tanto para depositar fertilizante ou as sementes.

321 Quando usar sistema de hastes sulcadoras estreitas nas linhas da semeadora?

Infelizmente, o uso de rompedores de solo tipo haste sulcadora estreita não é possível nas semeadoras com espaçamento reduzido entre as linhas de semeadura (aproximadamente 17 cm). As características construtivas dessas semeadoras não permitem o arranjo das hastes sulcadoras sob elas, de tal forma que a distância entre as hastes sulcadoras seja suficiente para a palha fluir e não embuchar.

322 Qual deve ser a velocidade do trator na semeadura do trigo?

Usar velocidade de deslocamento compatível com o mecanismo dosador de sementes da semeadora e, principalmente, com as condições de relevo do terreno, procurando sempre trabalhar em nível.

A pesquisa indica que profundidade de deposição de sementes, razão de distribuição de sementes, uniformidade de distribuição longitudinal de sementes, índice de emergência de plantas, demanda de potência no trator, consumo de combustível e patinação do trator são afetados pelo aumento da velocidade de deslocamento.

Velocidades de deslocamento acima de 8 km/h podem reduzir a distribuição de sementes de trigo com espaçamentos normais e

aumentar as falhas e duplos. À medida que aumenta a velocidade de operação, diminui a regularidade da profundidade de deposição de sementes e aumenta a mobilização de solo na linha de semeadura.

323 **Que problemas podem ocorrer em decorrência da velocidade de operação elevada da semeadora de trigo?**

A elevada velocidade de operação da semeadora geralmente resulta em irregularidade na profundidade de semeadura, a qual interfere na germinação ou provoca desuniformidade na emergência das plantas. A elevada velocidade de operação da semeadora também resulta em maior ocorrência na linha de semeadura de espaçamentos entre plantas dos tipos duplos e falhos, em detrimento dos espaçamentos normais.

Com mais duplos e falhos, haverá maior competição das plantas por luz, água e nutrientes, de forma a afetar a produtividade da lavoura. Ao aumentar a velocidade de operação, ocorre aumento na mobilização de solo na linha de semeadura.

324 **Qual é a importância de a semeadora operar nivelada na semeadura do trigo?**

A semeadora deverá ser regulada para trabalhar nivelada nos planos longitudinal e transversal, para que as linhas de semeadura recebam carga uniforme e, assim, transfiram carga constante nos mecanismos rompedores de solo. A regularidade de carga nas linhas de semeadura manterá uniforme a profundidade de deposição de semente no solo. A semeadura em condições de solo com maior ou menor declividade, já interfere na dosagem de fertilizante e de sementes.

325 **Como controlar a profundidade de semeadura do trigo?**

A uniformidade na profundidade de deposição de sementes no solo constitui um dos principais fatores para a uniformidade de

emergência das plantas e o estabelecimento da cultura. O controle de profundidade de semeadura pode ser feito mediante regulagem da pressão exercida pelas molas sobre os sulcadores (rompedores de solo). Essa regulagem é feita ajustando-se o cabeçalho da semeadora, do curso das molas ou da pressão sobre as molas. Contudo, uma regulagem mais precisa é obtida usando-se rodas seguidoras de superfície.

O sistema mais simples – e que deve ser adotado – é o sistema de anel limitador fixo, posicionado lateralmente a um dos discos do conjunto de discos duplos de deposição de sementes no solo. Ajuste mais detalhista é obtido usando-se rodas posicionadas ao lado ou atrás do mecanismo rompedor de solo, responsável pela colocação de sementes no solo.

Esses mecanismos poderão ainda auxiliar na limpeza do mecanismo rompedor de solo e reduzir o revolvimento que provocam nesse solo.

326

Qual é a importância dos limpadores internos e externos dos mecanismos sulcadores do tipo discos?

Usar limpadores nos discos de corte e nos discos duplos é uma medida imprescindível para se obter:

- Eficiente corte de palha.
- Boa abertura de sulco.
- Menor mobilização de solo na linha de semeadura.

327

Como minimizar os problemas de embuchamento de semeadoras?

Os problemas de embuchamento podem ser minimizados, levando-se em consideração alguns fatores como:

- A umidade do solo deve ser tal, que ele não grude nos mecanismos rompedores.
- A palha da cultura anterior deve estar verde ou seca.

- Palha murcha é difícil de ser cortada pelos discos, provocando embuchamento.

Quando a cultura está sendo colhida, a palha deve ser distribuída pelo picador ou pelo espalhador de palha na mesma largura da plataforma de corte da colhedora. Caso contrário, a palha formará leiras que dificultarão a operação de semeadura.

328 Como deve ser feita a manutenção das semeadoras?

Entre uma safra e outra, as semeadoras passam longos períodos inativas. Depois de encerrado cada período de semeadura, recomendam-se alguns cuidados de manutenção:

- Limpeza completa dos reservatórios de fertilizante e de sementes.
- Desarme e limpeza dos dosadores.
- Limpeza dos elementos rompedores de solo, dos mecanismos cobridores ou pressionadores da linha de semeadura e dos condutores de fertilizante e de sementes.
- Lubrificação geral dos mecanismos.
- Guardar a semeadora em abrigo, preferencialmente sobre cavaletes.
- Inventariar os problemas encontrados durante a safra, a serem solucionados na entressafra.

329 Quais as regulagens que devem ser feitas na colhedora?

As principais regulagens são a correta abertura e a adequada rotação do conjunto cilindro-côncavo. Essas regulagens estão diretamente relacionadas à umidade do grão e se não forem feitas corretamente, resultarão grandes perdas por amassamento ou quebra de grãos. Aconselha-se começar a colheita quando os grãos apresentarem entre 18% e 16% de umidade, para finalizá-la quando eles tiverem entre 14% e 13% de umidade.

Considerando a umidade do grão, a indicação média de abertura entre cilindro e côncavo é:

- Grão de trigo seco: 20 mm na frente e 15 mm atrás.
- Grão de trigo úmido: 10 mm na frente e 7 mm atrás.

Outra regulagem importante está relacionada à altura da cultura e à posição do molinete. Para um padrão de lavoura de trigo normal, o eixo do molinete deve ficar deslocado entre 15 cm e 20 cm à frente da barra de corte. Quando as plantas de trigo são muito altas, adianta-se o molinete. Por sua vez, com plantas muito baixas, o molinete é retraído para perto do sem-fim de alimentação.

Em lavouras de trigo de condição normal, a ponta do dente do molinete deve ser ajustada a cerca de 5 cm a 10 cm abaixo da espiga mais baixa. Quando houver plantas acamadas, o molinete deve ser deslocado bem para frente da barra de corte, tomando-se cuidado para que a colheita seja efetuada sempre na direção da inclinação.

330 Como medir perdas na colheita da cultura do trigo?

Não é recomendável fazer estimativas visuais que, quase sempre, levam a valores subestimados. A perda total de uma lavoura é a somatória das perdas ocorridas:

- Em pré-colheita.
- Na plataforma de corte.
- Na unidade de trilha.
- No saca-palha.
- Nas peneiras.

Para se estimar a perda total, executa-se um método específico (procedimento de coleta e pesagem dos grãos) para cada um dos possíveis pontos de perda de grãos. Esse procedimento deve ser repetido por três vezes, para que se obtenha a média de perda. Resumidamente, os procedimentos mais usados para mensuração das perdas são:

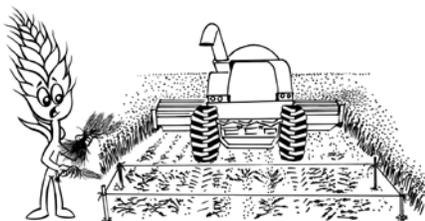
- Medir as perdas em pré-colheita (coleta e pesagem de grãos que se encontram no solo e nas espigas caídas numa área de 1 m² em três locais distintos da área, antes da colheita).

- Determinar o rendimento da lavoura (colheita com colhedora e pesagem de grãos de uma área de 100 m²).
- Determinar as perdas na plataforma de corte (coleta e pesagem de grãos que se encontram no solo e nas espigas caídas uma área de 1 m² em três locais distintos após a passagem da colhedora e subtrair as perdas obtidas na medida de pré-colheita).
- Mensurar a perda na trilha, nos saca-palhas e nas peneiras (coleta e pesagem de grãos perdidos em três locais na área posterior da colhedora e subtrair as perdas de pré-colheita e na plataforma).

Existem manuais de colheita que detalham tais procedimentos e permitem a mensuração precisa das perdas.

331

Qual o procedimento utilizado para quantificar perdas de colheita?



É importante usar um método eficiente de medição de perdas de grãos, para poder identificar onde e em que quantidades estão ocorrendo. A metodologia indicada consiste em quantificar perdas nas diferentes etapas da colheita. Para auxiliar, recomenda-se fazer um retângulo com um barbante que tenha um dos lados (A) igual à largura da plataforma de corte e o outro lado (B) deverá ter comprimento tal que a área do retângulo seja de 1 m².

Primeiro passo – Rendimento da lavoura:

É necessário conhecer o rendimento da lavoura para se poder calcular, com maior exatidão, a porcentagem de perdas.

Segundo passo – Perdas em pré-colheita:

Antes de iniciar a colheita, deve-se fazer três medições de 1 m² em locais distintos da área que se pretende colher.

Terceiro passo – Perdas na plataforma de corte:

Deve-se colher uma área pequena, até completar, aproximadamente, um quarto do tanque graneleiro.

Quarto passo – Perdas na trilha nos saca-palhas e nas peneiras:

Deve-se armar o medidor atrás da colhedora, na parte já colhida.

Contar os grãos, inclusive os que permaneceram nas espigas.

Quinto passo – Perda total da colhedora:

Essa perda é o resultado do terceiro passo mais o quarto passo, ou seja: (perdas na plataforma) + (perdas na trilha, no saca-palha e nas peneiras).

Sexto passo – Porcentagem de perdas:

Para se obter a porcentagem de perdas, deve-se calcular, usando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Porcentagem de perdas} = \frac{(\text{Perda total} \times 100)}{\text{Rendimento da lavoura}}$$

332

Qual é a perda técnica (peso hectolitro) em função do tempo de armazenagem?

Existem inúmeras variáveis que levam à perda de peso (peso hectolitro) em trigo. As mais significativas estão relacionadas à umidade durante a colheita e aos processos de secagem subsequentes. Estudos recentes apontam perdas de até 5% após 1 ano de armazenagem.

333

Quais são as principais máquinas empregadas na colheita do trigo?

Para a colheita de trigo só existem as colhedoras automotrizes para cereais de inverno. No mercado nacional,



cada fabricante dispõe de vários modelos (com e sem motorização, com diferentes capacidades de trilha e de armazenamento), cada um voltado para um segmento de agricultores (pequenos, médios ou grandes).

334

Qual sistema de trilha (radial ou axial) é mais adequado na colheita do trigo?

Qualquer sistema de trilha é adequado para colheita de trigo. Por trabalhar melhor com a separação do grão da palha, o sistema axial permite colheitas com velocidades um pouco maiores que as de trilha radial. Todos os estudos conduzidos comprovam desempenho levemente superior no fluxo axial.

335

Quais são os principais fatores de perdas na colheita mecanizada do trigo?

Os principais fatores que levam a elevados índices de perdas estão relacionados:

- A regulagens mal feitas.
- Ao excesso de velocidade da colhedora.
- À colheita feita com umidade inadequada e relação abertura das peneiras versus velocidade do ar desequilibradas.

336

Como reduzir perdas na colheita de trigo?

Para alcançar os mais altos níveis de desempenho, a colhedora deve estar em perfeitas condições de trabalho. Fazer revisão geral da colhedora, com antecedência, evitará paradas e perdas de tempo durante a colheita. Para isso, devem-se observar as seguintes instruções:

- Ao iniciar a colheita, deve-se operar a colhedora com velocidade baixa e, gradualmente, aumentar essa velocidade, até encontrar a mais adequada. Em se tratando de trigo, essa velocidade deve ser situada entre 5 km/h e 8 km/h.

- Fazer ajustes básicos na colhedora, segundo indicações do Manual de Operação. Colher uma área delimitada e verificar os grãos que estão sendo colhidos, bem como as perdas geradas.
- Verificar, frequentemente, os grãos no tanque graneleiro, na retrilha e a palha, nos saca-palhas e, se necessário, ajustar a rotação do cilindro, na abertura do côncavo, na direção e fluxo do ar, e na abertura das peneiras.
- Sempre que mudar alguma regulagem, certificar-se de que a perda de grãos encontra-se dentro dos padrões recomendados.
- Manter ajustada a altura, a posição e a velocidade do molinete, de acordo com as condições da lavoura, do produto e da velocidade de trabalho da colhedora.
- Ajustar o fluxo e a quantidade de ar e/ou as peneiras, sempre que houver perdas nessa área ou se notar sujeira no tanque graneleiro.

337 Como proceder à colheita quando o trigo estiver acamado?

Deve-se aumentar a rotação do molinete, fazendo com que os dentes levantem as plantas antes destas serem cortadas pela barra de corte. No entanto, se a lavoura apresentar plantas muito acamadas, é aconselhável usar dedos levantadores, que têm por finalidade erguer as plantas acamadas e guiá-las para a barra de corte da colhedora. Assim, podem ser recolhidas espigas que se encontram abaixo da altura de corte, diminuindo também a entrada de palha e de plantas daninhas na área de trilha e de limpeza.

338 Como deve ser feita a manutenção da colhedora?

Como toda máquina agrícola, a colhedora exige manutenção preventiva para desempenhar, adequadamente, sua função. Assim, ao final de cada safra, é preciso fazer uma limpeza completa dos mecanismos e um *check list* dos itens com avarias, para que sejam reparados ou trocados em tempo hábil.

Antes de cada safra, deve-se checar os pontos vitais, lubrificar corretamente a máquina e fazer todas as regulagens básicas, para o início de nova colheita.

339 Qual é o teor de umidade adequado na colheita do trigo?

A umidade ideal de colheita do trigo para a priorização da qualidade dos grãos é de 20%. Os grãos de trigo devem ser colhidos tão logo sua umidade permita a debulha, sem causar embuchamentos na máquina colhedora. Quando se colhe grãos com umidade muito elevada, pode-se danificá-los por amassamento. Por sua vez, grãos colhidos muito secos são danificados por quebra e trincamento.

340 Quais são os procedimentos de recebimento de grãos de trigo na unidade armazenadora e como devem ser feitos os descontos de umidade e de impurezas?

No recebimento dos grãos de trigo, a carga deve ser pesada com o produto, obtendo-se o peso bruto. Após o descarregamento, é feita nova pesagem, dessa vez com o caminhão vazio (tara). O peso bruto menos a tara resulta no peso bruto de grãos.

Desse peso bruto de grãos, devem ser feitos os descontos de umidade, impurezas, grãos ardidos, grãos quebrados, etc., conforme o caso.

A determinação do desconto de impurezas é feita por meio de uma amostra de 200 g bem misturada, retirada do caminhão. As impurezas são separadas dos grãos, pesadas em balança com precisão de 1 g e em seguida calcula-se o percentual que elas representam na amostra. Por exemplo, se em 200 g de amostra forem encontradas 9 g de impurezas, a carga tem 4,5% de impurezas.

O desconto da umidade é feito com base na determinação da umidade inicial no recebimento e a umidade no final, pelo método direto (pela evaporação de uma amostra em estufa, por destilação ou lâmpada infravermelho) ou ainda por método indireto (com uso de aparelhos determinadores de umidade por condutividade elétrica).

Para se descontar a umidade, deve-se usar a seguinte fórmula:

$$\text{Desconto} = 100 \times \frac{U_i - U_f}{100 - U_f}$$

em que

U_i = Umidade inicial no recebimento;

U_f = Umidade final.

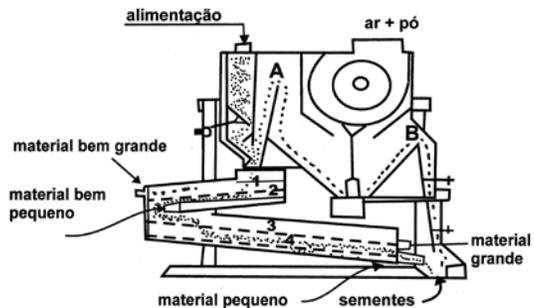
Por exemplo, se a umidade inicial for 19% e a umidade final 14%, então:

$$\text{Desconto} = 100 \times \frac{19 - 14}{100 - 14} = 5,81\%$$

Na unidade armazenadora, o processo de recebimento dos grãos encerra-se com a complementação de dados como a origem do produto, o nome do produtor, o número da placa e o nome do transportador e a emissão do documento comprovante. Uma via do comprovante é entregue ao produtor e as restantes permanecem na unidade.

341 Em que consiste a pré-limpeza do trigo?

Os grãos colhidos podem apresentar quantidade de impurezas acima de 1% recomendado para armazenamento e tolerado na comercialização. As causas são as mais variadas, entre as quais se destacam que as máquinas colhedoras não são projetadas para uma limpeza eficiente dos grãos, a má regulagem e a colheita com elevada umidade.



As máquinas que separam as impurezas são chamadas de máquinas de ar e peneiras. O ar separa as impurezas pelo princípio do peso dessas impurezas, ou seja, separa apenas as impurezas mais leves que os grãos. Por sua vez, as peneiras separam pelo tamanho, ou seja, impurezas maiores ou menores que os grãos, e por formato.

Essas máquinas podem ser chamadas, simplesmente, de máquinas de pré-limpeza ou máquinas de limpeza: as máquinas de pré-limpeza apresentam apenas uma coluna de ar para separar as impurezas leves e duas peneiras, uma para separar as impurezas maiores que os grãos e outra para separar as impurezas menores; as máquinas de limpeza apresentam duas colunas de ar, uma na entrada e outra na saída dos grãos, e normalmente apresentam 4 ou 6 peneiras e efetuam uma limpeza mais apurada.

Modernamente, as máquinas de pré-limpeza e de limpeza se confundem. As máquinas de limpeza, com a mesma capacidade de produção, são capazes de separar melhor as impurezas dos grãos e, por isso, estão sendo usadas para fazer a pré-limpeza. Assim, o conceito de pré-limpeza fica alterado, sendo definida como “a limpeza que se faz antes da secagem dos grãos”.

342

Quais são os teores de umidade e de temperatura adequados no armazenamento do trigo?

Para a maioria dos grãos, o teor de umidade que permite um armazenamento com o mínimo de perdas é abaixo de 13%. Para armazenamento de até 1 ano, o grau de umidade recomendado é de 12% a 13% e, para mais de 1 ano, 11%.

Para armazenamento de grãos, a temperatura ambiente é uma característica climática importante. No entanto, a temperatura da massa de grãos é mais importante porque atua, diretamente, sobre os processos químicos que alteram a qualidade dos grãos.

Conforme a Tabela 1, quanto mais baixa a temperatura da massa dos grãos no silo, maior é a armazenabilidade. O efeito principal é sobre o controle de insetos. Os insetos têm limites de temperatura superior e inferior que podem ser letais.

Tabela 1. Ação sobre a massa de grãos com base na temperatura e no efeito

| Ação | Temperatura (°C) | Efeito esperado |
|-------------|-------------------------|------------------------------------|
| Letal | > 62 | Morte em menos de 1 minuto |
| | 50 a 60 | Morte em menos de 1 hora |
| | 45 a 50 | Morte em menos de 1 dia |
| | 35 a 42 | Populações podem morrer |
| Subótimo | 35 | Temperatura máxima para reprodução |
| | 32 a 35 | Lento crescimento da população |
| Ótimo | 25 a 32 | Máximo crescimento da população |
| Subótimo | 13 a 25 | Lento crescimento da população |
| Letal | 5 a 13 | Lenta mortalidade da população |
| | 3 a 5 | Cessam os movimentos |
| | -10 a -5 | Morte em algumas semanas ou meses |
| | -25 a -15 | Morte em menos de 1 hora |

Fonte: Lorini (1998).

343 Como é feita a secagem do trigo?

Para cada método de secagem existem secadores específicos que podem ser usados na secagem de grãos de trigo:

Secagem natural – É quando se aproveitam as condições naturais para efetuar a secagem, ou seja, o calor do ambiente ou do sol e o vento.

Secagem artificial – É quando a temperatura ou fluxo de ar são fornecidos artificialmente.

A temperatura é aumentada por intermédio de fornalhas ou queimadores e o ar tem sua circulação forçada por ventiladores. A secagem artificial pode ser efetuada por três métodos:

- Estacionário (grãos ficam parados e o ar é forçado através deles).
- Contínuo (grãos se movimentam da entrada para a saída do secador recebendo ar quente durante todo o tempo).
- Intermitente (grãos se movimentam no secador, porém não recebem ar quente durante todo o tempo, havendo um período de repouso sem ar quente para que a umidade do interior do grão se desloque para a superfície).

344 Que cuidados devem ser observados na secagem do trigo?

Os cuidados mais importantes são a secagem imediata após a colheita de grãos úmidos e o controle da temperatura de secagem. Caso a secagem não possa ser feita imediatamente após a colheita, os grãos devem ser acondicionados em silo-pulmão, com aeração adequadamente dimensionada.

Dentro de um conceito moderno – que exige produtos de alta qualidade – o controle da temperatura é fundamental no processo de secagem. Geralmente, os secadores são dotados de controles de temperatura na massa de grãos, na entrada e na saída do ar de secagem do secador. No processo de secagem do trigo, o controle da temperatura mais importante é o da massa de grãos, porque é sobre esses grãos que a temperatura age, influenciando na qualidade do produto.

A temperatura máxima da massa de grãos recomendada para secagem do trigo é de 60 °C. O excesso de temperatura é responsável não apenas por danos mecânicos, mas também por alterações na qualidade dos grãos. Por sua vez, o uso de temperatura mais baixa resulta em maior demora de secagem, mas confere mais qualidade ao produto.

Como o fator econômico da secagem também é importante, a rapidez de secagem deve ser considerada. Assim, a secagem deve ser efetuada a uma temperatura máxima e que, no entanto, não cause prejuízos à qualidade do produto. Em produtos mais úmidos, deve-se usar temperaturas mais baixas. Com a evolução da secagem, essa temperatura pode ser aumentada, respeitando-se o limite máximo.

345 O trigo pode passar pelo processo de secagem, em silos para milho e soja?

Nesse caso, o que é permitido fazer é aeração. Nesse processo, o ar é usado de maneira controlada, para que seja capaz de secar os grãos. Para isso, a vazão específica de ar dos silos deve ser projetada entre 0,6 m³/min/t e 0,9 m³/min/t.

Contudo, esse processo é altamente dependente das condições ambientais. Assim, para se definir períodos de aeração, devem-se observar o teor de umidade do produto e a umidade relativa do ar (URA), que não deve estar acima daquela do ponto de equilíbrio com a umidade dos grãos. Para isso, devem-se consultar as tabelas apropriadas fornecidas pelo fabricante do equipamento.

Quando a umidade dos grãos for muito elevada, ou seja, acima de 16%, deve-se aerar continuamente, exceto com umidade relativa do ar acima de 95%, para evitar o aquecimento dos grãos. Como o umedecimento dos grãos é um processo lento, pequenos períodos de elevada umidade relativa do ar, como à noite, por exemplo, na prática, não chegam a elevar o teor de umidade dos grãos.

Por sua vez, na passagem pelos ventiladores, o ar sofre um aquecimento de 1 °C a 2 °C, resultando em queda de 6% a 12% na umidade relativa do ar, aumentando o poder secante do ar. O uso de fonte suplementar de calor tem a função de:

- Baixar a umidade relativa do ar.
- Acelerar o processo de secagem.
- Permitir seu uso em condições ambientais adversas.

Outro processo de secagem que pode ser adotado nesses silos é a seca-aeração, em que a aeração é usada como complemento da secagem. Nesse processo, os grãos são secados em secadores contínuos ou intermitentes até atingir um teor de umidade de aproximadamente 16%. Ainda quentes (entre 40 °C e 45 °C) e sem resfriamento no secador, os grãos são transferidos para um silo armazenador, onde são mantidos por 6 a 12 horas, para a que a umidade se torne homogênea.

A partir de então, os grãos são resfriados, lentamente, com o uso de vazões de ar entre 0,6 m³/min/t e 0,7 m³/min/t. Nessa fase, os grãos quentes aquecem o ar da aeração completando a secagem, ao mesmo tempo em que vão se resfriando lentamente.

A seca-aeração pode aumentar em até 60% a capacidade de secagem do secador, acompanhado de uma redução de consumo de combustível de até 30%.

A passagem pelas primeiras camadas de grãos aquece o ar minimizando o choque térmico e, em consequência, diminui o trincamento de grãos obtendo-se grãos de melhor qualidade. Esse sistema pode ser usado inclusive para sementes, tendo se cuidado com a temperatura usada no secador, que nesse caso deve ser mais baixa, por se tratar de sementes.

346 Que fatores afetam o armazenamento do trigo?

Os fatores que afetam o armazenamento do trigo e que devem ser controlados para proteger produtos agrícolas contra perdas físicas e de qualidade são:

Teor de umidade dos grãos – Deve ser controlado através de uma secagem adequada.

Temperatura da massa de grãos – Atua sobre os processos químicos que alteram a qualidade.

Umidade relativa do ar – Interage com a temperatura do ambiente levando a alterações da umidade e da temperatura dos grãos. Esses efeitos podem ser manejados e controlados pelo processo de aeração.

Danos mecânicos – Ocorrem pelo manejo inadequado durante a colheita e o processamento dos grãos. Grãos rachados, trincados e amassados têm a casca danificada, facilitando a entrada de umidade, de insetos e de microrganismos responsáveis por sua deterioração.

Impurezas – As impurezas são foco de elevação da umidade na massa de grãos, bem como ataque de insetos e de microrganismos causadores de perdas. Por isso, os grãos devem ser limpos antes de serem secados e armazenados.

Insetos – Os principais insetos de grãos armazenados são carunchos e traças, que são responsáveis por perdas físicas. O controle integrado dessas pragas envolve o manejo dos grãos desde a escolha do ponto de colheita, do ambiente de processamento e do armazenamento higienizado, do monitoramento para identificar focos de ataque de insetos e do controle com inseticidas recomendados.

Microrganismos – Fungos e bactérias são responsáveis por perdas na qualidade dos grãos pela produção de micotoxinas. Podem ser controlados com o manejo adequado dos grãos e pela higienização dos locais de processamento e de armazenagem.

Ratos – Responsáveis por perdas físicas e de qualidade de produto durante o armazenamento. Nesse caso, deve-se promover controle integrado envolvendo inspeção e monitoramento para se identificar focos de ataques; vedação e exclusão com o objetivo de dificultar ou evitar a entrada de ratos no armazém; saneamento do ambiente envolvendo a limpeza e a organização do armazém, dificultando esconderijos e a instalação de ninhos; e o controle químico por meio de raticidas.

Uma vez controlados esses fatores causadores de prejuízos, a perda de peso decorrente da respiração dos grãos durante o armazenamento é pequena e insignificante.

347

O que se pode fazer para minimizar a perda de qualidade do trigo, durante a armazenagem?

Reduzir ao mínimo o teor de umidade do ambiente de armazenagem (silo) para que a respiração dos grãos também seja reduzida, evitando gasto de reserva e elevada produção de calor, uma vez que o fator que mais influencia a conservação de grãos de trigo armazenados é o teor de umidade dos grãos. Com isso, se promove a aeração, a ferramenta mais eficaz para se conservar grãos de trigo durante o armazenamento, em seus aspectos quantitativos e qualitativos.

Quanto às condições ambientais, a umidade relativa do ar e a temperatura do ar são as duas condições mais influentes na conservação dos grãos armazenados.

Modernamente, a aeração não tem função apenas de conservação para manter as melhores condições de armazenamento, mas também tem a função de transformar condições adversas em condições propícias para o armazenamento. Isso é possível, criando-se um microambiente adequado dentro do silo armazenador pelo manejo da aeração.

Neste contexto, a aeração também tem função de secagem e de resfriamento dos grãos, tendo como resultado econômico:

- Redução de custos.
- Aumento da capacidade de recebimento com o aumento de rendimento dos secadores.
- Melhora da qualidade final dos grãos.

348

Quais são as vantagens do uso da aeração no manejo pós-colheita do trigo?

Aeração é a prática de movimentar o ar através da massa de grãos com um fluxo corretamente dimensionado para proporcionar melhores condições para armazenar os grãos pelo período desejado.

O uso correto da aeração permite a conservação da qualidade física e química dos grãos; a manutenção da temperatura e da umidade dos grãos em níveis baixos; o controle de insetos e fungos; a aplicação de fumigantes e remoção de maus odores; a prevenção da formação de microcorrentes de ar no interior dos silos que provocam a migração da umidade e sua condensação; e a não necessidade de realizar transilagens diminuindo danos mecânicos e custos operacionais.

349

Quais os tipos de aeração que podem ser usados no manejo pós-colheita do trigo?

Os tipos ou sistemas de aeração são definidos em função dos seus objetivos:

- Aeração de manutenção.
- Aeração de resfriamento.
- Aeração corretiva.

Aeração de manutenção – É a aeração usada quando os grãos já estão secos, frios e limpos. O resultado principal desse tipo de aeração é desfazer as microcorrentes de ar do interior do silo e, principalmente, seus efeitos. Quando o silo é projetado para fazer

apenas aeração de manutenção, as vazões do ar da aeração podem ser bastante baixas, entre 0,05 m³/min/t e 0,2 m³/min/t, com baixo consumo de energia.

Nesse sistema, a aeração deve ser feita nas horas em que a temperatura do ar estiver baixa ou a umidade relativa do ar (URA) estiver próxima ao equilíbrio com a umidade do grão. Para cada cultura, devem-se consultar as tabelas dos pontos de equilíbrio, fornecidas pelos fabricantes de equipamentos ou o técnico responsável.

A adoção da aeração de manutenção pode ser pré-programada para determinadas faixas de temperatura e umidade relativa do ar, mas deve contar com cuidadoso acompanhamento do comportamento termométrico da massa de grãos.

Aeração de resfriamento – Os grãos podem ser transferidos para o silo armazenador acima da temperatura ambiente. É usada após a secagem porque, mesmo com o resfriamento no secador, a temperatura dos grãos permanece em até 10 °C acima do ambiente, ou quando não se resfria no secador, ou ainda, quando grãos secos recebidos diretamente da lavoura apresentam temperatura mais elevada que a do ambiente. A aeração de resfriamento deve ser procedida logo após transferência dos grãos para o silo e formação de uma camada cobrindo todo o fundo do silo.

Aeração corretiva – No interior dos silos, a temperatura pode se elevar em alguns pontos da massa de grãos. São as chamadas bolsas de calor, que podem ser detectadas pelo sistema de termometria do silo, que têm como principais causas:

- Pontos com acentuado desenvolvimento de microrganismos ou insetos.
- Locais com acúmulo de impurezas.
- Goteiras ou infiltrações de água.
- Grãos quebrados acumulados ou impurezas finas que obstruem a passagem do ar pelo espaço intergranular.

A aeração deve ser feita continuamente até que o problema seja sanado. Uma vez eliminada a bolsa de calor e sua causa, procede-se à continuidade da aeração de manutenção.

350 Como é feito o expurgo?

É um tratamento curativo feito com pastilhas para expurgo. Uma vez em contato com o ar, essas pastilhas liberam um gás, a fosfina. Esse procedimento é feito quando o ataque de insetos já ocorreu.

Como esse gás deve penetrar na massa de grãos, o local do expurgo deve estar perfeitamente vedado. No caso de pilhas de sacos, estes são cobertos com lona especial presa ao piso com pesos ao redor da pilha. No caso de os grãos estarem armazenados em silos graneleiros, estes devem ter todas as suas aberturas vedadas. A dosagem deve ser de 2 g do princípio ativo ou 6 g do produto comercial por metro cúbico de grãos.

Fatores muito importantes a serem observados durante a permanência do expurgo são a temperatura e a umidade relativa do ar. O tempo mínimo de exposição das pragas à fosfina deve ser de 120 horas, sendo que abaixo de 10 °C de temperatura e inferior a 25% de umidade relativa do ar não é aconselhável usar fosfina, pois o expurgo será ineficaz.

Não se deve entrar em silos que sofreram expurgo. Antes disso, devem-se abrir todas as entradas e saídas de ar e ligar a aeração por algumas horas.

Como o expurgo não protege após sua aplicação, deve-se pulverizar a superfície da massa de grãos com produtos recomendados para minimizar a reinfestação. Essa operação deve ser repetida a cada 30 dias.

10 O Trigo na Integração Lavoura-Pecuária



*Renato Serena Fontaneli
Henrique Pereira dos Santos
Eduardo Caierão
Ricardo Lima de Castro
Cláudia De Mori*

351 O que é trigo de duplo propósito?

Trigo de duplo propósito é aquele que é usado com duas finalidades: inicialmente em pastejo, no período de maior carência de forragem (outono e parte do inverno), e ainda mediante diferimento (retirada dos animais) em momento estratégico para produzir grãos.

Estendendo esse conceito, pode ser considerado o pastejo no período frio e o diferimento visando à conservação de forragem, especialmente a colheita para ensilagem de planta inteira. No caso da ensilagem, ocorre redução significativa de palhada para cobertura de solo.

352 O que difere o trigo comum do trigo de duplo propósito?



Morfológicamente, os trigos de duplo propósito não diferem dos trigos comuns, mas destacam-se por ciclo mais longo, por maior perfilhamento e tolerância ao pastejo, pois foram selecionados mediante desfolha

com inclusão de bovinos no processo seletivo. Os grãos colhidos de cultivares indicadas para duplo propósito têm usos diversos e idênticos aos do trigo comum.

353 Qual é o valor nutricional do trigo na alimentação animal? Ele é equivalente ao milho? Qual é seu valor nutritivo de silagem?

A forragem verde (pasto) colhida pelo animal tem elevado valor nutritivo, com concentração de proteína bruta superior a 20%, digestibilidade próxima a 70% e baixa concentração de fibras.

Quando a silagem de planta inteira de trigo é comparada com a de milho, pode-se destacar a concentração de proteína favorável à silagem de trigo (10% x 8%), mas com menor digestibilidade (60% x 65%). Portanto, 2 pontos percentuais a mais de proteína bruta para a silagem de trigo, mas cerca de 5 pontos percentuais a menos para digestibilidade.

Quanto ao teor de proteína bruta nos grãos, novamente a vantagem é para trigo (12% x 9%), mas com menor concentração energética. Entretanto, salienta-se a oportunidade de aumentar a oferta de grãos de cereais de inverno visando substituir o milho, pelo menos parcialmente, na formulação de rações para produção animal, especialmente de vacas leiteiras.

354

O trigo de duplo propósito pode servir como ingrediente de rações para vacas leiteiras?

Sim, e também para rações de aves, suínos e bovinos de corte, com vantagem a maior concentração de proteína bruta em relação ao milho e sorgo.

355

Em que países o trigo de duplo propósito é cultivado?

O trigo de duplo propósito é cultivado tradicionalmente nos Estados Unidos (planícies centrais) e na Austrália, mas também é usado no Uruguai e na Argentina, mas com menor expressão.

356

Onde o trigo de duplo propósito pode ser cultivado no Brasil?

Nas regiões tritícolas do Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no centro-sul do Paraná (região fria, úmida e alta). Não é indicado para as regiões tropicais, como exemplos o norte do Paraná e Mato Grosso do Sul, já que precisa de frio para se desenvolver.

357

É possível cultivar trigo de duplo propósito fora da região sul-brasileira?

A tecnologia de trigo de duplo propósito está sendo validada em outras regiões brasileiras como em Goiás, no Distrito Federal e em Minas Gerais, nas zonas de maior altitude. Entretanto, por enquanto, o trigo de duplo propósito é indicado apenas para a região sul-brasileira.

358

Como o trigo de duplo propósito tem evoluído e qual é sua produtividade nas lavouras gaúchas?

A adoção efetiva dessa tecnologia – em lavouras comerciais – iniciou em meados da década de 2000, e estima-se que represente mais de 10% da área de cerca de 1 milhão de hectares cultivados anualmente com trigo, no Rio Grande do Sul.

A produtividade média de grãos após o pastejo tem variado de cerca de 1.500 kg/ha a mais de 3.000 kg/ha, com maior frequência próxima a 2.300 kg/ha.

359

Quais são os benefícios do trigo de duplo propósito para a propriedade e para o sistema de produção?

O trigo de duplo propósito permite expandir o período de cobertura do solo pela semeadura antecipada, minimizar os riscos climáticos pela diversificação de época de semeadura e de cultivares, aumentar a oferta de forragem principalmente para bovinos leiteiros e de corte no período frio, diminuir o investimento em pastagens tradicionais de aveia e azevém. Além disso, ele possibilita aumentar a colheita de grãos e, conseqüentemente, a possibilidade de renda na propriedade e a sustentabilidade do sistema integrado de produção agropecuária.

O trigo de duplo propósito é mais uma tecnologia disponível para otimizar propriedades que praticam a integração lavoura-

-pecuária (ILP) para terminação de bovinos em pastagens no período de inverno e, especialmente, dedicadas à produção leiteira. Também é utilizado para outras espécies animais como ovinos, caprinos e equinos.

Nas regiões tradicionais produtoras de grãos no Sul do Brasil, que permitem o duplo cultivo, com soja e milho no verão e trigo no inverno como principais culturas, é aconselhável diversificar cultivares de trigo e épocas de semeadura para minimizar riscos, especialmente, riscos climáticos.

A semeadura antecipada aumenta o período de cobertura do solo acumulando mais biomassa, parte que pode ser transformada em carne e leite nos períodos de maior carência de forragem que é o período frio, de menor taxa de crescimento decorrente das baixas temperatura e luminosidade.

Portanto, há necessidade de maior área de pastagens para suprir a demanda de um mesmo número de animais, sendo que à medida que a estação de crescimento avança (elevação de temperatura e dias mais longos) haverá sobra de forragem, oportunizando o diferimento, ou seja, retirada dos animais de parte da área de pastagem e manejá-la para produção de grãos.

O grão produzido pode ser industrializado tradicionalmente para obtenção de farinha ou utilizado na composição de ração, visando novamente à suplementação animal, especialmente de vacas leiteiras, mas também para outras espécies como suínos e aves. Em síntese, é possível desenvolver atividades integradas e sinérgicas resultando em maior sustentabilidade econômica, social e ambiental, minimizando riscos e tornando os sistemas agropecuários mais robustos.

360

Onde conseguir sementes de trigo duplo propósito para a integração lavoura-pecuária?

No site da Embrapa¹ está disponível a lista de produtores de semente para cada cultivar.

¹ Disponível em <www.embrapa.br>

361 Como deve ser implantado o trigo de duplo propósito?

O trigo de duplo propósito possui o subperíodo da emergência ao espigamento longo, devendo ser semeado em época anterior à indicada para cultivares de ciclo precoce. Para cada município, sugere-se antecipar a semeadura em 20 dias da época definida para cultivares semitardias, como a BRS Umbu, enquanto para cultivares tardias, como a BRS Tarumã, deve-se antecipar em 40 dias da época indicada para as cultivares precoces, indicadas exclusivamente para produção de grãos.

Com isso, reduz-se o risco de que o subperíodo do espigamento à antese (crítico à suscetibilidade a geadas) ocorra na época do ano de temperatura mais baixa, condição favorável à ocorrência de geadas.

Por sua vez, a densidade de sementes deve ser superior à indicada para cultivo exclusivo para produção de grãos, ou seja, de 330 a 400 sementes aptas por metro quadrado e espaçamento entre linhas de 20 cm.

362 Como manejar trigo de duplo propósito?

O manejo para pastejo de trigo de duplo propósito deve ser baseado na compatibilização de três critérios:

- Altura de plantas.
- Biomassa disponível.
- Temporal ou cronológico.

O pastejo deve ser iniciado quando as plantas atingirem de 20 cm a 30 cm, com disponibilidade de pasto fresco de 0,7 kg/m² a 1,0 kg/m², quando amostrado a 7,0 cm da superfície do solo e que corresponde a aproximadamente de 45 a 70 dias após a emergência em anos normais.

A retirada dos animais do piquete em utilização deve ser com altura de resteva de 5 cm a 10 cm da superfície do solo. O segundo pastejo é iniciado quando as plantas rebrotarem até a altura de 20 cm a 30 cm, com a mesma massa de forragem, o que geralmente

ocorre em cerca de 20 a 30 dias. Destaca-se que quanto menor a altura de resteva, maior será o intervalo entre pastejos (período de descanso).

O pastejo deve ser interrompido no início do alongamento das plantas, visando proteger o primórdio floral (futura espiga) que no início da utilização situa-se abaixo do nível do solo, mas paulatinamente eleva-se até exteriorizar a espiga. Para colheita de grãos, com o trigo BRS Umbu geralmente é obtido apenas um ciclo de pastejo, mas para o BRS Tarumã, de ciclo mais longo, são obtidos dois ciclos de pastejo. Esse manejo tem resultado em colheita de grãos superior a 1.800 kg/ha.

363

Qual o manejo da adubação que deve ser feito no trigo de duplo propósito?

A quantidade de fertilizantes a ser aplicada é função dos teores dos nutrientes no solo, determinada por meio de análise de solo. Os critérios para indicação da adubação são similar a do trigo precoce, cultivado exclusivamente para produção de grãos, exceto para adubação de cobertura nitrogenada.

364

Como é feito o manejo de nitrogênio em trigo de duplo propósito?

A quantidade de fertilizante nitrogenado varia em função:

- Do nível de matéria orgânica do solo.
- Da cultura precedente.
- Da expectativa de rendimento de grãos da cultura.

Além dessa indicação, a quantidade de N deve ser aplicada em cobertura, logo após cada ciclo de pastejo, 30 kg/ha de N para cada 1,0 t/ha de MS de forragem consumida.

Assim, para o trigo BRS Umbu, com um ciclo de pastejo, devem ser acrescentados 30 kg/ha de N, e, para o trigo BRS Tarumã, com dois ciclos de pastejo, devem ser adicionados 60 kg/ha de N (30 kg/ha logo após a saída dos animais do potreiro em cada ciclo

de pastejo). Esse adicional visa repor o N consumido, embora grande parte retorne via urina e fezes, uma vez que a distribuição na pastagem da excreta é desuniforme.

365 Qual é o ciclo médio de um trigo de duplo propósito?

Geralmente, o trigo de duplo propósito possui ciclo total de 2 a 4 semanas maior que os trigos precoces. Trigos tardios, como o BRS Tarumã, podem ser semeados com antecipação de até 40 dias da época dos trigos comuns, sem aumentar o risco de danos por geadas, em decorrência também da desfolha e da adubação nitrogenada.

366 O manejo de cultivo do trigo de duplo propósito é igual ao do trigo comum? E seu controle de doenças e pragas é também semelhante ao do trigo comum?

A cultura do trigo de duplo propósito tem manejo fitossanitário similar ao do trigo comum. Diferem no ciclo, que é mais longo, na densidade de plantas, que é cerca de 15% maior que o trigo comum, e na maior adubação nitrogenada, em decorrência da desfolha pelo pastejo ou corte.

367 Qual a carga animal indicada para pastoreio do trigo de duplo propósito?

A carga animal indicada no método de pastejo contínuo é de 2 a 3 novilhos por hectare, totalizando de 650 kg a 1.000 kg de peso vivo por hectare (PV/ha), para manter a pastagem com 20 cm a 30 cm de altura.

Com vacas leiteiras de elevado mérito genético, produção diária de leite superior a 20 kg/dia, que geralmente recebem suplementação



(silagem mais ração formulada) equivalente a cerca da metade da dieta, são usadas lotações de 2 a 3 vacas por hectare (1.200 kg PV/ha a 2.000 kg PV/ha).

Nesse caso, sugere-se o método de pastejo rotativo, com 1 ou 2 piquetes ou faixas diárias. Geralmente, têm se obtido mais de 1,0 kg por novilho por dia e produção diária de leite superior a 15,0 kg por vaca.

368 Como identificar o ponto ideal para iniciar o pastejo nos trigos de duplo propósito?

Um dos referenciais mais fáceis de comunicar ao manejador de pasto é a altura de plantas que no caso do trigo é de 20 cm a 30 cm, correspondendo na população de plantas indicada a cerca de 700 g a 1.000 g por metro quadrado, ou seja, a aproximadamente 1.000 kg de matéria seca por hectare, quantidade acumulada em 45 a 60 dias após a emergência.

369 Quantos pastejos serão possíveis no trigo de duplo propósito?

O número de pastejos está relacionado ao objetivo da produção e ao perfil da cultivar/época de semeadura. Quando o objetivo é uso para pastejo e obtenção de rendimento satisfatório de grãos, para cultivares semitardias semeadas 20 dias antes da época indicada para grãos (trigo BRS Umbu, por exemplo) é indicado um ciclo de pastejo. Contudo para cultivares tardias semeadas 40 dias antes da época indicada somente para grãos (BRS Tarumã, por exemplo), é possível fazer dois ciclos de pastejo sem comprometer o rendimento de grãos.

370 Até quando se pode levar o trigo de duplo propósito em pastejo?

O pastejo deve ser interrompido no início do alongamento das plantas, quando o meristema de crescimento (futura espiga) estiver

abaixo do nível de pastejo dos animais. A formação do primeiro nó basilar visível é um indicador prático.

Outro referencial é cortar a planta na altura de resteva (exemplo, a 7,0 cm de altura em relação à superfície do solo) e observar a situação dos colmos. Se os colmos estiverem cheios, o meristema de crescimento está abaixo da altura da meta de 7,0 cm, diminuindo assim a probabilidade de danos pelo pastejo. Entretanto, se ao cortar a planta perceber-se que a maioria dos talos estão ocós, isso significa que o meristema de crescimento está ao alcance de ser consumido ou pisoteado pelos animais e resultará em redução significativa de rendimento de grãos.

371

Há redução no tamanho de grãos de trigo em decorrência do pastejo?

Na grande maioria das observações, não se constata redução do tamanho dos grãos e no peso do hectolitro. Portanto, os grãos colhidos após pastejo podem ser destinados aos mesmos usos daqueles grãos colhidos em cultivo sem pastejo.

372

O pisoteio dos animais não prejudica o rendimento do trigo de duplo propósito e dos cultivos posteriores ou provoca a compactação do solo?



Seguindo-se a indicação da tecnologia com adequação de carga animal compatível com a oferta de forragem e mantendo-se resíduo de forragem superior a 1.000 kg/ha de MS (plantas entre 20 cm e 30 cm) no método de pastejo contínuo, não ocorrem prejuízos ao rendimento dos cultivos ou ocorrência de compactação.

No método rotacionado, o pastejo iniciado quando as plantas atingirem altura de 20 cm a 30 cm, com resíduo de 7,0 cm ou maior na saída dos animais, conjugado com período de descanso que propicie recuperação da massa de forragem antes de um novo pastejo, permite a consolidação dessa alternativa de renda no inverno, sem comprometer a sustentabilidade da produção de grãos posterior, ampliando-se o portfólio de tecnologias de integração lavoura-pecuária nas condições sul-brasileiras.

373

O trigo de duplo propósito visa substituir as pastagens tradicionais de aveia e azevém no Sul do Brasil?

Não, pelo contrário. Como na estação fria (outono/inverno) existem menor luminosidade e temperaturas mais baixas, há necessidade de maior área de pastagem para suprir a demanda dos animais. Assim, o trigo de duplo propósito pode contribuir com o aumento da oferta de forragem no período frio, sendo muito útil no suprimento de pastos de elevado valor nutritivo para os animais.

374

É possível consorciar o trigo de duplo propósito com outras forragens?

Quando o objetivo é a colheita de grãos, o trigo de duplo propósito não pode ser consorciado, pois a competição com outras forrageiras reduzirá o rendimento de grãos ou até mesmo inviabilizará a colheita. Ele só pode ser consorciado quando o objetivo é apenas pastejo. Nesse caso, pode ser consorciado com forrageiras mais precoces como algumas variedades de aveia-preta ou mesmo centeio, e com forrageiras tardias como os azevém de ciclo longo e leguminosas de inverno como alguns trevos.

375

O trigo de duplo propósito pode ser ensilado?

Sim. O trigo de duplo propósito pode ser ensilado, assim como outros cereais de inverno, como cevada, aveia, triticale e centeio.

376 Qual a recomendação de colheita do trigo para ser ensilado?

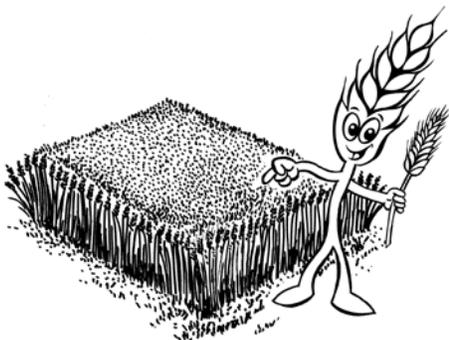
Para colheita direta, sem pré-murchamento, a concentração de matéria seca deve ser pouco superior a 30%, atingindo-se essa condição geralmente no estágio de grãos pastosos a massa firme.

Com mais umidade (teor de matéria seca inferior a 28%) é indicado o pré-murchamento, quando a forragem é cortada e deixada perder umidade até atingir de 30% a 40% de matéria seca, antes de ser ensilada.

377 É possível colher o trigo para ensilagem e ainda colher grãos?

Quando o trigo é colhido para silagem de planta inteira, já está no final do ciclo produtivo e não haverá condições de rebrotar para colheita de grãos. Assim, colhe-se o trigo para silagem em cultivos exclusivos ou do rebrote de pastejo ou cortes no perfilhamento.

378 Existem cultivares de trigo de duplo propósito sem aristas (trigo peladinho)?



A cultivar de trigo de duplo propósito BRS Umbu não possui aristas, sendo um diferencial, principalmente para aqueles que preferem fazer silagem e se preocupam com possíveis lesões por ocasião do consumo pelos animais.

379 Trigos de duplo propósito acamam com mais facilidade em relação aos trigos cultivados apenas para produção de grãos?

Ocorre exatamente o contrário, uma vez que com os cortes ou pastejos há uma redução da altura média das plantas, com

maior uniformidade do crescimento dos perfilhos e diminuição do comprimento dos entrenós. O pastejo funciona como um redutor de crescimento natural.

380

O custo de investimento é maior no trigo de duplo propósito em comparação ao trigo destinado exclusivamente para grãos? Qual é o retorno econômico possível com o uso do trigo de duplo propósito?

Em termos de estrutura requerida, os cultivos são semelhantes e adotam a mesma estrutura de máquinas e equipamentos para plantio, pulverização e colheita. O custo de produção tem grande dependência com o perfil de tecnologia empregado pelo produtor e as condições da safra, que poderão resultar em maior ou menor uso de produtos de proteção (fungicidas e inseticidas).

Geralmente, os custos de produção de trigos de duplo propósito são similares a custos de trigo em grão em sistema de médio uso de insumos e menores que sistemas de alto uso de insumos (uso acima de 300 kg de adubação de base, acima de 50 kg de N em cobertura, mais de duas aplicações de fungicidas e mais de uma aplicação de inseticida). O retorno econômico operacional do cultivo de trigo de duplo propósito pode representar de 5% a 80% dos custos operacionais investidos, dependendo do preço dos produtos (trigo, leite ou carne).

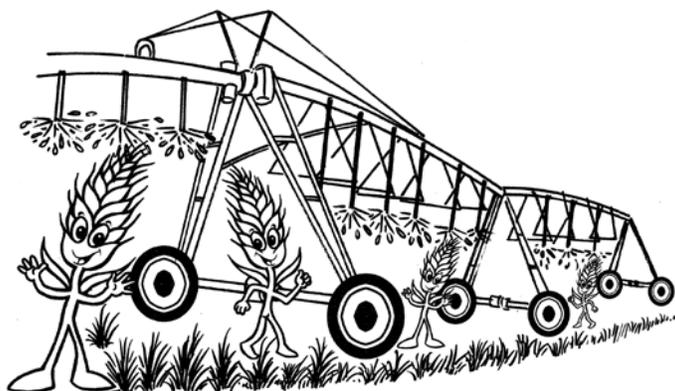
Uma vantagem econômica do trigo de duplo propósito refere-se ao grau de flexibilidade decisória. Em função das condições de preço dos produtos (trigo e leite e/ou carne), o produtor pode decidir em pleno ciclo se produzirá trigo-grão (caso o mercado de trigo apresente boas condições) ou fará maior número de pastoreios sem produzir trigo-grão (caso as condições de preço de leite e/ou de carne se apresentem mais vantajosas).

No caso de propriedades de vocação pecuarista, a adoção do plantio de trigo de duplo propósito representará nova fonte de renda ou acréscimo de renda por unidade de área. Sistemas com uso de trigo de duplo propósito como fonte de forragem para o gado e

produção de grãos comparados com sistemas que usam a pastagem “guaxa” (germinação natural de azevém e outras gramíneas) obtiverem rendimentos médios superiores a 14,0% (variando de 2,3% a 25,6%).

11

Trigo no Brasil Central



*Márcio Só e Silva
Joaquim Soares Sobrinho
Julio Cesar Albrecht
Jorge Henrique Chagas*

381**Quais são os locais indicados para cultivo de trigo de sequeiro, no Brasil Central?**

Segundo o zoneamento agrícola do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a semeadura de trigo de sequeiro no Brasil Central é indicada em locais com altitudes superiores a 800 m, em solos de textura média ou siltosa (Tipo 2) a argilosa (Tipo 3), em Minas Gerais, em Goiás e no Distrito no Federal.

Em Mato Grosso e na Bahia, admitem-se locais acima de 600 m de altitude em tipos de solos que não sejam arenosos, com menos de 70% de areia.

382**Qual época de semeadura é indicada para trigo de sequeiro, no Brasil Central?**

Segundo o zoneamento agrícola do Mapa, o período indicado para semeadura de trigo de sequeiro nessa região vai de 21 de janeiro a 28 de fevereiro. Assim, sugere-se o período de 20 a 28 de fevereiro como o de risco menor à incidência de brusone, embora ele sempre existe, dependendo da ocorrência de chuvas no período de espigamento do trigo.

383**Quais são os locais indicados para cultivo de trigo irrigado, no Brasil Central?**

Segundo o zoneamento agrícola do Mapa, a semeadura de trigo irrigado, no Brasil Central, é indicada em locais com altitudes superiores a 500 m, em solos de textura média ou siltosa (Tipo 2) a argilosa (Tipo 3), em Minas Gerais, em Goiás e no Distrito Federal. Em Mato Grosso e na Bahia, admitem-se locais acima de 400 m de altitude em tipos de solos que não sejam arenosos, com menos de 70% de areia.

384

Qual época de semeadura é indicada para trigo irrigado, no Brasil Central?

Segundo o zoneamento agrícola do Mapa, o período indicado de semeadura de trigo irrigado nessa região vai de 11 de abril a 31 de maio. Contudo, sugere-se o período de 10 a 20 de maio como a melhor “janela” de semeadura e com maior potencial de rendimento de grãos.

As semeaduras do cedo, no período indicado, são as de maior risco de ocorrência de brusone.

385

Qual densidade de semeadura é indicada para trigo de sequeiro, no Brasil Central?

A densidade de semeadura indicada para cultivo de trigo de sequeiro não deve ultrapassar 350 sementes aptas por metro quadrado. Caso haja atraso na época de semeadura para março e abril, sugere-se reduzir a quantidade de sementes em 20%.

386

Como a semeadura do trigo de sequeiro pode afetar a incidência de brusone no trigo irrigado?

A incidência de brusone em cultivo de trigo irrigado não depende de outro cultivo de trigo adjacente à lavoura, seja este de sequeiro ou mesmo irrigado. Não há associação entre o cultivo de trigo de sequeiro e o cultivo de trigo irrigado quanto à incidência de brusone no Brasil Central. As condições climáticas prevalentes, durante o ciclo do trigo, é que determinam a incidência de brusone em trigo.

O agricultor dessa região que cultivar trigo de sequeiro e irrigado na mesma safra poderá ter incidência de brusone se, durante o período de espigamento das lavouras, ocorrerem períodos frequentes e prolongados de chuvas. Por isso, sugere-se diversificar cultivares

e época de semeadura para diluir os riscos e a probabilidade de ocorrência dessa doença.

A época de semeadura é o fator mais importante, sendo as semeaduras do cedo as de maior risco de ocorrência de brusone, em função das temperaturas médias maiores e da ocorrência de chuvas. Por isso, deve-se ter em mente que essa doença é endêmica na região de Cerrado e sua ocorrência dependerá de condições climáticas favoráveis a ela.

387

Qual é a dose de nitrogênio recomendada para o trigo de sequeiro, no Brasil Central?

Para o trigo em cultivo de sequeiro, cujo potencial de rendimento de grãos é menor que o cultivo irrigado, geralmente, deve-se aplicar 20 kg/ha de N, em cobertura, no perfilhamento. Quando as condições de umidade do solo estiverem proporcionando bom desenvolvimento das plantas, pode-se aplicar 40 kg/ha de N em cobertura, no início do perfilhamento, elevando-se a expectativa de rendimento do trigo.

388

Qual é a dose de nitrogênio recomendada para o trigo irrigado, no Brasil Central?

Para o cultivo de trigo irrigado, cujo potencial de produção é mais elevado, indica-se dose maior em cobertura, respeitando-se as características das cultivares em relação ao acamamento e considerando as culturas anteriores. A adubação de N (nitrogênio) indicada por cultivar é a seguinte:

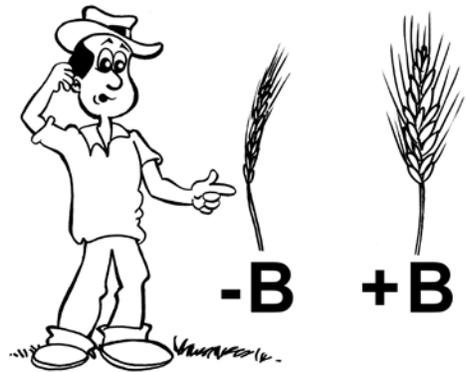
- BRS 264 – Dose deve ser de até 80 kg/ha de N.
- BRS 254 – Dose de até 70 kg/ha de N.

Em caso de usar doses superiores às mencionadas acima, para as duas cultivares, deve-se usar redutor de crescimento, para prevenir a ocorrência de acamamento.

389

Quais são as indicações em termos de adubação com boro para trigo, no Brasil Central?

O B (boro) é um micronutriente ligado à formação do pólen no trigo e sua falta pode causar o abortamento de flores, chamada popularmente, no Cerrado, de “chochamento” (esterilidade masculina). Entre outros fatores, o “chochamento” pode ser provocado por deficiência de B. Esse fenômeno



pode se acentuar com a ocorrência de calor e estresse hídrico, que normalmente ocorrem no cultivo de trigo de sequeiro. Teor de B no solo (método da água quente) inferior a $0,3 \text{ mg/dm}^3$ é considerado baixo e requer a adição de B na adubação de semeadura.

Caso essa carência tenha sido constatada em anos anteriores, sugere-se aplicar de $0,65 \text{ kg/ha}$ a $1,30 \text{ kg/ha}$ de B, na forma de bórax ou FTE, no sulco de semeadura. O efeito residual do B é de 2 anos para a forma de bórax e de 3 anos para a forma de FTE.

390

Quando se deve usar redutor de crescimento no cultivo de trigo, no Brasil Central?

A aplicação de redutor de crescimento é indicada em cultivares com tendência ao acamamento, em solos de elevada fertilidade ou com uso de alta dose de fertilizantes e em trigo irrigado. Nesse caso, o uso de redutor de crescimento funciona como um “seguro” contra acamamento, diminuindo a probabilidade de sua ocorrência e facilitando a colheita.

No caso de ocorrer deficiência hídrica na fase final do perfilhamento ou 10 dias antes do aparecimento do primeiro nó do colmo

principal da cultura, não se deve usar redutor de crescimento. Na fase de alongação da cultura (com o primeiro nó visível), sugere-se a aplicação de trinexapaque-etil na dose de 0,4 L/ha. Contudo, em trigo irrigado – com adubação de expectativa de produtividade acima de 5 t/ha – sugere-se aumentar a dose para 0,5 L/ha.

Antes de adquirir e de aplicar esse produto, deve-se consultar o registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para a respectiva região, bem como o cadastro estadual desse produto. Salienta-se que há cultivares que apresentam reação de fitotoxicidade à dose indicada. Nesse caso, deve-se buscar esclarecimento junto ao assistente técnico ou obtentor da cultivar.

391 Como manejar a irrigação na cultura do trigo?

O requerimento ou o consumo de água da cultura de trigo, chamado de evapotranspiração, é estimado por meio de dados de clima (evaporação em tanque classe A), baseado na ideia de que existe correlação entre os valores de evaporação medidos no tanque classe A e a necessidade de água da cultura.

Os solos do Brasil Central apresentam baixa retenção de água, aproximadamente 50% da água disponível à tensão inferior a 60 kilopascal (unidade de medida de força por unidade de área), sugerindo o uso de tensiômetros ou programas de controle de irrigação para a cultura de trigo.

Após a semeadura, deve-se aplicar uma lâmina de água de 40 mm a 50 mm, dividida em 3 a 4 aplicações de, aproximadamente, 12 mm a cada 2 dias, para garantir germinação uniforme e preencher com água o perfil de solo até, aproximadamente, 40 cm a 50 cm.

Após a emergência do trigo, devem-se instalar os tensiômetros ou usar um programa de manejo de irrigação do trigo obtendo-se a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação. O agricultor poderá procurar os programas Irriger da Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG), Irriga da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS) ou usar o software on-line de monitoramento da irrigação da Embrapa (EMBRAPA CERRADOS, 2015).

392 O que é tensiômetro?

É um equipamento que mede a tensão (“força”) com que a água é retida pelo solo, a qual afeta, diretamente, a absorção de água pelas plantas. Esse equipamento é um dispositivo prático para o manejo de irrigação da lavoura, já que permite o acompanhamento do nível de umidade no solo, na zona de maior



atividade das raízes. Esse aparelho expressa a força (energia) necessária para a água ser liberada das superfícies das partículas de solo.

As unidades de medidas adotadas nos tensiômetros variam bastante, sendo expressas em kilopascal (kPa), atmosfera (atm), bária (bar), centibária (cbar), centímetros de mercúrio (cmHg) dentre outras medidas. No mercado, existem vários tipos de tensiômetros, desde os mais sofisticados (com leitura automática dos dados de tensão da água no solo), até os mais simples, de leitura direta.

No cultivo de trigo, para manejar as irrigações, sugere-se usar tensiômetro do tipo vacuômetro, sendo indispensável que se tenha a curva característica de retenção de água do solo de 6 Kpa a 1.500 Kpa de cada área irrigada.

393 Quando se deve cortar a irrigação do trigo?

Quando as plantas de trigo em mais de 90% da lavoura perderem a cor verde do pedúnculo (“pescoço do trigo”), tornando-se amarelas. Os grãos devem estar em fase de massa dura, ou seja, cedem à pressão da unha, somente marcando o local pressionado, sem romperem-se jamais.

Como se deve conduzir a irrigação para diminuir os riscos com brusone?

A brusone é uma doença que deve ser monitorada, constantemente, em qualquer cultivo de trigo, seja irrigado ou de sequeiro. O monitoramento deve ser feito via previsões climáticas ou por sistemas de alerta. A Embrapa Trigo possui o programa Sisalert, que permite aos agricultores ou técnicos fazerem o monitoramento da doença e tomarem decisões de aplicação de fungicidas, preventivamente, visando à proteção da lavoura de trigo.

No cultivo de trigo irrigado – e em condições climáticas favoráveis à ocorrência de brusone – deve-se evitar a irrigação durante o dia e aumentar os intervalos em dias dos turnos de irrigação. Para isso, a área do pivô deve ser dividida em maior número possível de partes, atendendo a demanda de água do trigo com irrigações noturnas e mantendo as espigas secas durante o dia, e sempre protegidas pela aplicação de fungicidas indicados para brusone.

A qualidade industrial do grão produzido no centro do País é melhor que a obtida nos estados do Sul?

O clima da região do Brasil Central é mais seco durante o ciclo do trigo, e, principalmente durante a colheita, é que ocorrem chuvas com menor frequência. Essas condições, associadas a alta quantidade de radiação solar, característica da região, deixam os grãos mais duros e com peso do hectolitro maior, permitindo maior extração de farinha pela indústria moageira.

Quanto à qualidade para panificação, as cultivares indicadas para a região de Cerrados possuem genética de alta força de glúten e adaptação às condições edafoclimáticas locais.

Referência

EMBRAPA CERRADOS. **Monitoramento de irrigação no cerrado**. Disponível em: <<http://hidro.cpac.embrapa.br/index.php>>. Acesso em? 15 out. 2015.

12

Biotecnologia



*Sandra Patussi Brammer
Sandra Maria Mansur Scagliusi
Elene Yamazaki Lau*

O que é biotecnologia?

A biotecnologia compreende quaisquer processos ou produtos tecnológicos que utilizem plantas, animais e microrganismos ou neles produzam modificações, em benefício da humanidade. Essa área da ciência não é recente, pois já era empregada há milênios na fermentação de leveduras, usadas em bebidas e no crescimento do pão.

Contudo, somente na década de 1970, é que surgiu a era da “moderna biotecnologia” em que se destacam algumas áreas que vêm sendo fortemente empregadas em plantas, como:

- Cultura de tecidos.
- Citogenética clássica e molecular.
- Marcadores moleculares.
- Transgênicos.

Em seguida, seguiram-se outras eras como:

- Era da genômica.
- Era da transcriptômica.
- Era da proteômica.
- Era da metabolômica.
- Era da bioinformática.
- Era da nanobiotecnologia, entre outras.

Quais são as principais vantagens da biotecnologia relacionadas à cultura do trigo?

Representam grande impacto à cultura do trigo, principalmente quando associadas ao melhoramento genético e demais áreas como:

- Fitopatologia.
- Fisiologia.
- Entomologia.
- Qualidade tecnológica.

A biotecnologia pode contribuir na redução das perdas na lavoura, decorrentes de inúmeras doenças como giberela, ferrugem-da-folha, brusone, manchas-foliares e dos estresses abióticos como seca, salinidade, deficiência nutricional, germinação na espiga, toxidez de alumínio.

Quais são os principais empregos de técnicas biotecnológicas no melhoramento do trigo?

O advento das novas tecnologias baseadas na análise e na manipulação do DNA e do entendimento dos processos da expressão dos genes em proteínas – e suas interações com o desenvolvimento da planta – abriram uma nova era para o melhoramento do trigo.

Considerando contribuições em curto e em médio prazo, a biotecnologia pode ser usada para acelerar o processo de geração de cultivares com alto potencial de rendimento e maior estabilidade quanto à produtividade, principalmente com o uso de marcadores moleculares e novas abordagens de seleção genômica, além da análise dos mecanismos envolvidos na resistência de plantas aos estresses bióticos e abióticos e a diagnose molecular de doenças e agentes patogênicos.

A transgenia e/ou recentes técnicas de edição gênica apresentam grande potencial para a produção de plantas com estabilidade de altos rendimentos. No entanto, o uso dessas abordagens para alteração de características controladas por grande número de genes e com alta interação genótipo versus ambiente ainda necessita de avanços no conhecimento da manipulação de vias metabólicas complexas envolvendo vários genes. Exemplos bem-sucedidos do emprego da biotecnologia é o uso dos duplo-haploides, visando ao avanço de gerações homozigotas e como suporte ao mapeamento de genes e estudos genéticos.

O uso de marcadores moleculares, ligados a genes que conferem resistência a estresses bióticos e abióticos, também já é uma realidade na seleção assistida ao melhoramento de trigo.



399

O trigo europeu produz normalmente 7 t/ha. O que está faltando para o trigo nacional atingir esse patamar de rendimento? A biotecnologia pode ajudar?

Deve-se ter cautela ao comparar a produtividade de trigo de países do Hemisfério Norte com a do Brasil. Além das diferenças no nível tecnológico empregado, a maioria do trigo europeu destinado à panificação é de inverno ou alternativo, o que significa que a cultura permanece no campo entre 8 e 10 meses.

Esse longo período impacta em maior produção de massa verde e conseqüentemente em maior período de enchimento de grãos, contribuindo para obter produtividades elevadas. O rendimento médio brasileiro tem sido de 2.700 kg/ha. No entanto, há sistemas de produção com alta produtividade, como a do trigo irrigado produzido na região do Cerrado. Nessas condições, a média é próxima à do continente europeu, com menor tempo de ocupação do solo. Além disso, há registros de produtividades médias em algumas lavouras da região Sul do Brasil, com rendimentos entre 5 t/ha e 6 t/ha.

Esses dados demonstram que a genética brasileira apresenta grande potencial para rendimento, dependendo das condições climáticas e do nível tecnológico aplicado durante a condução da cultura. Avanços podem ser obtidos quando estratégias biotecnológicas adequadas são usadas em diferentes fases do programa de melhoramento, ou seja, na seleção dos melhores genótipos, nas recombinações gênicas e na análise da variabilidade e estabilidade genética, visando sempre a trigos adaptados às condições brasileiras de cultivo.

400

Existe uma técnica biotecnológica que vem sendo usada, diretamente, no melhoramento genético do trigo? Qual é sua real contribuição no desenvolvimento de uma cultivar?

Das técnicas biotecnológicas já adotadas nos programas de melhoramento genético de trigo, a haploidização (produção de

plantas duplo-haploides) é uma das mais antigas e largamente empregadas. Sua contribuição se baseia no avanço do processo de formação de plantas completamente homozigotas numa única etapa, contrapondo-se ao demorado processo tradicional de autofecundação. Ela permite que o processo de formação de uma nova variedade seja abreviado, diminuindo em até 4 anos as etapas de obtenção de uma nova cultivar, agilizando o sistema de seleção.

Destacam-se as cultivares desenvolvidas pela Embrapa Trigo por meio da técnica de duplo-haploides:

- Trigo BR 43 (primeira na América do Sul).
- BRS Canela.
- BRS Tangará.
- BRS 254.
- BRS 328.
- BRS 331.

401

O que são plantas de trigo duplo-haploide? Qual é sua função?

São plantas geralmente originadas in vitro de gametas masculinos ou femininos, não fecundados, resultando na formação de plantas com apenas um lote cromossômico (vindo de um único gameta). Por serem haploides e apresentarem apenas a metade do número de cromossomos, na sua grande maioria, essas plantas são, naturalmente, estéreis.

Após duplicação dos cromossomos, elas recuperam a fertilidade se tornando completamente homozigotas. Além da diminuição no tempo para alcance da homozigose, o método também permite maior eficiência no processo de seleção de genótipos com características superiores, sendo possível identificar, rapidamente, genes deletérios (que poderiam ser mascarados pela heterozigose), diminuindo o número de indivíduos necessários para identificar um possível “genótipo-alvo” (com características desejáveis).

402**O que são organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos?**

São organismos manipulados geneticamente e que receberam uma molécula de DNA (transgene) por meio de ferramentas de engenharia genética e não por cruzamentos naturais. O transgene pode ser originário de qualquer organismo que tenha ácidos nucleicos (DNA ou RNA), ou seja, bactérias, fungos, leveduras, insetos, plantas, peixes e mamíferos.

403**No Brasil, como são controlados os organismos geneticamente modificados (OGM)?**

No Brasil, a tecnologia dos OGMs é regulamentada pela Lei Nacional de Biossegurança e sob o controle da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Essa comissão tem a finalidade de: “prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao governo federal na formulação, na atualização e na implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, a experimentação, o cultivo, a manipulação, o transporte, a comercialização, o consumo, o armazenamento, a liberação e o descarte de OGM e derivados”.

404**Qual é a expectativa do controle de estresses bióticos (ataque de insetos, fungos, bactérias, etc.) em trigo com uso da transgenia?**

Não há expectativa em curto prazo. No entanto, estão em andamento pesquisas com transgenia para buscar resistência a doenças em trigo causadas por diversos organismos, como fungos (ex. giberela, oídio, ferrugem, cárie do trigo, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia cerealis*, *Cochliobolus sativus*), vírus

(ex. *Barley yellow mosaic virus* – BaYMV; *Wheat yellow mosaic vírus* – WSMV; *Wheat streak mosaic virus* – WYMV, causador do mosaico estriado do trigo; *Barley yellow dwarf virus* – BYDV, um dos agentes causadores do nanismo-amarelo-dos-cereais) e por pulgões.

405

Já existe cultivar de trigo transgênico no mundo, para quais características?

Por enquanto não existe. Em 2004, foi aprovado para uso comercial nos Estados Unidos, na Austrália, na Colômbia e na Nova Zelândia um evento de trigo *Roundup Ready*TM contendo um transgene para conferir tolerância ao glifosato, mas não foi levado adiante, em decorrência de uma estratégia de mercado.

Há uma grande expectativa, em curto prazo, quanto à liberação comercial de trigo geneticamente modificado resistente ao vírus *Wheat streak mosaic virus* (WYMV) na China. Na Argentina, em 2014, foi solicitada a liberação comercial de um evento transgênico de trigo com maior tolerância ao déficit hídrico.

406

Como estão os avanços na identificação de genes de tolerância a estresses abióticos, como seca e calor?

Geralmente, existem vários grupos de pesquisa no mundo buscando genes de resistência a estresses abióticos, como seca, alumínio, salinidade, frio e calor. Nesses estudos, são usadas estratégias moleculares com a finalidade de identificar transcritos (mRNA), proteínas ou metabólitos relacionados com a resposta a esses estresses. Também são usadas estratégias genético-moleculares, que usam marcadores moleculares, visando identificar regiões genômicas associadas à produção em condições de déficit hídrico.

407

Há possibilidade de incorporar a tolerância à seca e ao calor em cultivares de trigo pelo método tradicional ou pela transgenia?

Os conhecimentos adquiridos nos estudos moleculares e genético-moleculares podem ser aplicados para incorporar genes

por melhoramento tradicional, usando a variabilidade presente na própria espécie ou por cruzamentos interespecíficos, explorando a variabilidade presente em espécies ancestrais. Também podem ser usados para incorporar ou alterar a expressão de genes específicos, independentemente da espécie doadora, por transgenia.

408 Existe trigo transgênico resistente a pulgão e a lagartas?

No Reino Unido, houve recentemente uma pesquisa com trigo transgênico expressando um gene que codifica para uma molécula que age como um feromônio de alarme, repelindo pulgões e atraindo seus inimigos naturais. Embora tenha tido êxito em ambiente controlado, isso não ocorreu no campo.

Essa abordagem é interessante porque não envolve a produção de toxinas para eliminar os insetos, diminuindo os riscos de afetar insetos que não são alvo. Com relação a lagartas, não há relatos quanto à resistência via transgenia em trigo.

409 O que são marcadores moleculares e qual seu impacto no melhoramento genético do trigo?

São sequências de DNA que permitem diferenciar, no mínimo, dois ou mais indivíduos. Essas sequências são herdadas geneticamente. A principal vantagem é que não dependem do tipo de tecido analisado, do estágio de desenvolvimento da planta nem das condições ambientais, uma vez que todas as células apresentam a mesma estrutura química do DNA. Então, o que diferencia é como estão ordenados os nucleotídeos (unidades básicas do DNA) em cada indivíduo.

Atualmente, existem inúmeros tipos e usos de marcadores moleculares em trigo, que auxiliam na seleção de linhagens e de cultivares que apresentem as propriedades desejadas antes que elas se manifestem. Os principais empregos dos marcadores moleculares em trigo são:

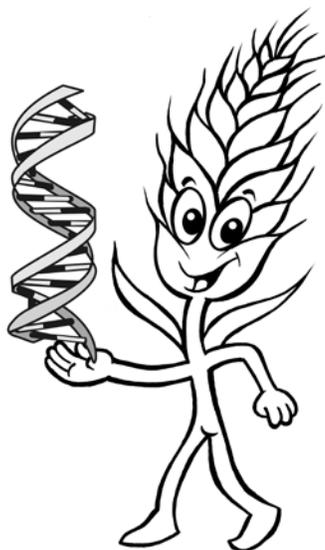
- Seleção de genitores.
- Confirmação de hibridações e de autofecundações.
- Seleção assistida e mapeamento de genes de interesse.
- Confirmação da pureza genética e *fingerprinting*.
- Análise da distância/similaridade genética, além da formação e da validação de coleções nucleares, de modo mais eficiente e preciso.
- Suporte à caracterização e à proteção de cultivares.

410 O genoma do trigo já foi mapeado?

Não. O genoma do trigo ainda não está completamente mapeado. Contudo, podem-se considerar três etapas fundamentais para finalização do sequenciamento do genoma de um organismo:

- Obtenção de grande número de sequências de DNA representando todos os cromossomos.
- Ordenação das sequências para cada cromossomo.
- Anotação das sequências com a identificação dos genes, por meio da bioinformática.

Assim, o termo mapeamento faz referência à última etapa. Em julho de 2014, foi anunciada a conclusão da primeira etapa e dos avanços realizados nas etapas subsequentes de um projeto internacional, iniciado em 2005, para fazer o sequenciamento do genoma do trigo. O grupo internacional que coordena esse projeto, International Wheat Genome Sequencing Consortium (IWGSC) prevê que serão necessários mais 3 anos para finalizar o mapeamento do genoma do trigo.



No Brasil, as pesquisas em biotecnologia são promissoras? E, no caso do trigo, elas apresentam perspectivas para os próximos anos?

Sim, principalmente pelo fato de a biotecnologia se caracterizar pela multidisciplinaridade e pela rapidez de informações geradas. Nessa área, os resultados refletem, positivamente, nos diversos setores agrícolas, na indústria alimentar e no meio ambiente, por meio da redução do uso de defensivos agrícolas, em consequência da resistência às doenças e pragas, e pela diminuição de tempo necessário para a produção de alimentos.

Nos últimos anos, considerando o trigo, destaca-se o aumento de pesquisas científicas que vêm sendo desenvolvidas com aporte de recursos de agências de fomento governamental, bem como de projetos conjuntos com instituições internacionais, consolidando importantes parcerias com os setores públicos e privados, e com a participação das universidades, tanto brasileiras como do exterior.

Biotecnologias que permitam o desenvolvimento de novas cultivares e a compreensão da genética do trigo e das interações gênicas com os estresses bióticos e abióticos, certamente contribuirão para o agronegócio brasileiro.

13

Produção de Sementes



Luiz Eichelberger

412 Qual é a diferença entre semente e grão?

As sementes são destinadas à semeadura, sendo capazes de germinar e produzir uma nova planta, quando em condições favoráveis. São o veículo de dispersão no espaço e no tempo da carga genética da planta de geração em geração. Por sua vez, grãos têm meramente função de consumo (humano, animal ou industrial), e, nesse sentido, outros parâmetros são importantes para definir sua aptidão para consumo ou para transformação industrial.

Geralmente, a produção de grãos e a produção de sementes utilizam operações de cultivo semelhantes. No entanto, a produção de sementes usa estratégias diferentes, como:

- Escolha de área apropriada.
- Isolamento.
- Purificação.
- Prevenção de contaminantes (outras espécies, outras culturas, ervas daninhas, fungos, etc.).
- Controle de gerações.

As áreas de produção de sementes, bem como as sementes produzidas, devem obedecer a padrões estabelecidos pela legislação.

413 Quais são as vantagens do uso de sementes certificadas no cultivo do trigo?

Além da vantagem direta da garantia de qualidade física e fisiológica, fundamental no estabelecimento da lavoura, oferece outras vantagens indiretas, como:

- Obtenção de crédito para financiamento da lavoura.
- Acesso a inovações proporcionadas pelo melhoramento genético.
- Maior segurança de adaptação, uma vez que foi testada em ensaios de valor de cultivo e uso em diversos locais do País.
- Contribuição para manutenção da estrutura dos produtores de sementes e garantia de aporte de recursos para

as instituições de pesquisa para desenvolvimento de novas tecnologias.

414

Qual é a legislação relacionada à produção de sementes de trigo no Brasil?

A Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudas no Brasil, para garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o Território Nacional. Essa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004 (BRASIL, 2004), gerando as normas para produção, comercialização e utilização definidas pela Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005 (BRASIL, 2005).

Os padrões de identidade e de qualidade estabelecidos por diversas instruções normativas e portarias podem ser consultadas no site do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa).

415

O que é certificação de sementes?

A certificação é o processo cujo objetivo é comprovar que as sementes foram produzidas de acordo com as normas e os padrões legais mediante controle de qualidade em todas as suas etapas, incluindo o conhecimento da origem genética e o controle de gerações. Assim, as atividades de produção de sementes sob o processo de certificação devem ser conduzidas sob a supervisão e o acompanhamento do responsável técnico, em todas as fases, inclusive nas auditorias.

A certificação da produção de sementes pode ser feita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) ou por entidade de certificação ou certificador de produção própria credenciados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem).

Ao final do processo de produção, a semente recebe o certificado de conformidade, emitido pela entidade certificadora, que tem as seguintes obrigações:

- Executar a certificação de acordo com a legislação vigente.
- Manter cópia dos documentos por ele emitidos à disposição da fiscalização, pelo prazo de 2 anos.
- Apresentar, mensalmente, ao Mapa, o controle dos lotes certificados por produtor, espécie e cultivar, durante o período de certificação.
- Dispor de procedimentos documentados que assegurem a rastreabilidade do lote de sementes.

416

O que um produtor interessado em produzir sementes de trigo deve fazer?

Inicialmente, ele deve consultar a legislação referente às obrigações pertinentes ao processo, para tomar conhecimento das exigências.

Em seguida, ele deve se inscrever no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), mediante a apresentação de um conjunto de documentos como:

- Cópia do contrato social registrado na junta comercial.
- Termo de compromisso assinado pelo responsável técnico, dentre outros.

417

Quais são as classes de sementes?

O grupo de sementes comerciais é composto por duas classes (Tabela 1):

Classe de sementes certificadas – Categorias básicas, certificadas de primeira geração – C1, e categoria certificada de segunda geração – C2.

Classe de sementes não certificadas – Categorias não certificadas de primeira geração – S1, e categoria não certificada de segunda geração – S2.

Tabela 1. Sementes de diferentes classes (básica, certificada C1, certificada C2, não certificada S1 e não certificada S2).

| Classe | Categoria |
|-------------------------|------------------|
| Semente certificada | Semente genética |
| | Semente básica |
| | Semente C1 |
| | Semente C2 |
| Semente não certificada | Semente S1 |
| | Semente S2 |

Todas as classes devem ter origem genética comprovada. A semente certificada é produzida sob o controle de entidade certificadora, credenciada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em todas as fases de produção. O processo de produção de semente não certificada é controlado pelo próprio produtor de sementes que deve registrar os campos de produção de sementes no Mapa, o qual promove o processo de fiscalização das fases de produção. Ao final do processo de produção de sementes, o produtor deve emitir o Termo de Conformidade, o qual afirma ter sido a semente produzida de acordo com as normas e os padrões estabelecidos por esse Ministério.

A semente genética é obtida a partir do processo de melhoramento genético sob responsabilidade e controle direto do obtentor (melhorista). A multiplicação da semente genética origina a semente básica, que, por sua vez, origina a semente certificada C1, a semente certificada C2 e as sementes não certificadas S1 e S2, em sequência de multiplicações anuais. Em tese, a categoria usada pelo produtor de grãos é a não certificada S2.

418 O que caracteriza a qualidade das sementes?

A qualidade das sementes é a soma de seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Os atributos genéticos das sementes envolvem características relacionadas:

- Ao potencial de produtividade.
- À resistência a estresses bióticos e abióticos.
- À precocidade.
- À estatura e à estrutura da planta.
- À qualidade industrial, entre outros.

A qualidade física é analisada em laboratório, pela análise de pureza, que separa, quantifica e identifica todos os materiais presentes, como sementes puras, material inerte (restos culturais, partículas de solo, etc.) e outras sementes (de plantas daninhas, de plantas de outras espécies, etc.).

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente de originar planta normal sob condições favoráveis de campo e é avaliada pelo teste de germinação e por diversos testes de vigor executados em laboratório.

A qualidade sanitária se refere à presença na semente de fungos, bactérias, vírus, nematoides ou insetos que causam danos ou os transmitem à planta, afetando a produtividade da lavoura e é avaliada em laboratório, por meio da análise de patologia de sementes.

419 Qual é o padrão exigido para produção de sementes de trigo?

Os padrões para produção de sementes de trigo são estabelecidos por legislação e abrangem dois níveis:

- Padrões de campo.
- Padrões de sementes.

Cada categoria de semente tem padrões específicos a serem observados. Os padrões de campo abrangem características como distância de isolamento do campo de outros cultivos, limites de ocorrência de outras plantas e espécies, número mínimo de vistorias, área máxima da gleba para vistoria, definição do número de subamostras e número de plantas por subamostra, dentre outros parâmetros.

Já os padrões de sementes estabelecidos para a comercialização de semente básica, certificada (C1 e C2) e não certificada (S1 e S2) de trigo, de acordo com a Instrução Normativa nº 45, de 17 de

setembro de 2013, dizem respeito ao peso máximo do lote, ao peso mínimo das amostras, percentual de limite de ocorrência de semente pura, material inerte, outras sementes (de outras espécies cultivadas, de espécies silvestres e de espécies nocivas), germinação, validade do teste de germinação, dentre outros quesitos.

420

Que cuidados o produtor de sementes deve observar na escolha de área e na semeadura, para instalar um campo de produção de sementes de trigo?

Escolha da área – Considerar o cultivo anterior e o histórico da área em termos de plantas daninhas e doenças. Devem ser evitadas áreas cultivadas com outras cultivares de trigo no ano anterior, para evitar a contaminação por plantas voluntárias.

No que se refere a plantas daninhas, incluem-se também plantas de outras espécies cultivadas, como cevada, triticale, centeio, aveia-branca, entre outras.

Semeadura – Na semeadura, controle de plantas daninhas, método de semeadura e espaçamento entre linhas não diferem do cultivo para grãos. Quanto à densidade de semeadura, pode-se usar população mais baixa, o que resulta em taxa de multiplicação mais elevada. Com isso, obtêm-se mais sementes por quilograma de sementes semeadas.

Em classes iniciais de sementes, como semente genética e básica, isso pode trazer benefícios para o produtor de sementes em decorrência da pequena disponibilidade de sementes. Além dessa vantagem, população mais baixa proporciona melhor nutrição da planta, resultando em sementes de melhor qualidade. Para sementes de classes mais avançadas, podem-se usar populações apenas um pouco inferiores.

O uso de maior espaçamento entre linha pode facilitar o caminhamento nas amostragens de inspeção e de purificação. Deixar caminhos abertos para o trânsito de trator (pulverizações, aplicação de N) pode aumentar a taxa de multiplicação em materiais com pouca disponibilidade de sementes. No entanto, isso acarreta perda de área útil.

421

Que cuidados o produtor de sementes deve ter na adubação de um campo de produção de sementes de trigo e no manejo das máquinas?

Em lavouras de produção de sementes, a fertilização e o balanço de nutrientes adequados de acordo com a recomendação para a cultura é importante porque proporciona melhor formação e aumenta o tamanho da semente. A qualidade da semente é positivamente correlacionada com seu tamanho, especialmente com o vigor da plântula formada. Além disso, em lavouras bem fertilizadas, a cultura apresenta melhores condições de competição com plantas daninhas e de resistência a doenças. Contudo, altas doses de N (nitrogênio) podem causar acamamento.

Com relação às máquinas, um aspecto importante na produção de sementes é a limpeza das máquinas usadas, especialmente, na semeadura, na colheita e no transporte quando da mudança de cultivares de trigo ou de espécies com características semelhantes. Antes de se usar máquinas nas atividades de produção de sementes, estas devem ser cuidadosamente limpas, para evitar misturas com sementes de outras cultivares e, eventualmente, plantas daninhas.

422

Como manejar o campo de produção de sementes para se enquadrar nos padrões exigidos?

A tecnologia de produção de sementes é similar à tecnologia usada na produção de grãos. No entanto, alguns cuidados se fazem necessários.

Isolamento – Apesar de o trigo ser planta autógama, com baixa taxa de polinização cruzada, recomenda-se usar afastamento de outras cultivares de trigo. A Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013), determina para produção de sementes de trigo no Brasil, distância mínima de 3 m. Além disso, recomenda-se descartar faixa vizinha a outra cultivar de trigo, na colheita das sementes.

Além de evitar cruzamento natural, deve-se considerar, também, a possibilidade de ocorrência de contaminações físicas,

especialmente aquelas oriundas de espécies de difícil separação, como cevada, triticale e centeio.

Tratamentos fitossanitários – Em lavouras de produção de sementes, deve ser dada maior atenção ao controle de doenças transmissíveis por sementes.

Purificação ou *roguing* – Devem-se eliminar plantas de outras espécies cultivadas, silvestres ou nocivas e plantas da mesma espécie que não pertencem à cultivar que está sendo multiplicada ou com variações genéticas da mesma cultivar.

423 No que consiste a purificação ou *roguing*?

A purificação consiste no trabalho de eliminação de plantas de outras espécies cultivadas (silvestres ou nocivas), especialmente as de difícil separação durante o beneficiamento, e principalmente a eliminação de plantas da mesma espécie que não pertencem à cultivar que está sendo multiplicada ou com variações genéticas da mesma cultivar.

Na produção de semente genética de linhagens, pode ainda aparecer a segregação residual, que compreende a eliminação das plantas atípicas, definidas pela Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013, como plantas da mesma espécie que apresentem quaisquer características que não coincidem com os descritores da cultivar. Essa é uma das práticas de campo mais importantes do processo de produção de sementes, diferenciado da produção de grãos, e visa manter a pureza genética da cultivar. A purificação de lavouras de sementes é executada em diversas fases, quando as diferenças entre as plantas efetivamente se destacam, facilitando a eliminação das atípicas.

Em trigo, essas diferenças se destacam, principalmente, nas fases de início de alongamento, de espigamento e de maturação pré-colheita. Nas fases iniciais, as plantas devem ser totalmente arrancadas, inclusive perfilhos e raízes, para evitar rebrote. Nas fases finais de maturação, as plantas eliminadas devem ser retiradas da lavoura para evitar que sejam recolhidas pela colhedora. A necessidade de purificação é definida através de contagens em

amostras do campo de produção, confrontadas com os padrões de campo fixados pela legislação.

O número mínimo de subamostras, o número de plantas por subamostra e a população da amostra são definidas nos padrões. Em trigo, deve ser feita uma amostragem a cada 50 ha, para semente básica e certificada, e 100 ha para semente não certificada S1 e S2.

424

Quais são os cuidados que devem ser observados na colheita de sementes de trigo?

Na colheita de sementes de trigo de alta qualidade, é necessário que ocorra o mínimo de chuva durante a fase final de maturação, especialmente entre a maturidade fisiológica e a fase de colheita. Na colheita, é importante a consideração de três aspectos:

- Grau de umidade das sementes.
- Danos mecânicos.
- Limpeza da colhedora.

A colheita é a operação que mais expõe as sementes a danos mecânicos. Danos mecânicos são importante causa de queda da qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento. A operação de trilha ocorre por abrasão, que é desenvolvida por duas variáveis da colhedora e que devem ser reguladas, adequadamente: a abertura côncavo/cilindro e velocidade do cilindro. Essas duas variáveis produzem danos diferentes nas sementes.

A velocidade do cilindro influi em quebras e em trincamentos e a abertura no amassamento. Quanto maior a umidade da semente, dentro do limite citado, deve ser privilegiado o aumento da velocidade do cilindro para obter a trilha desejada, pois a umidade confere à semente certa plasticidade capaz de amortecer choques. Por sua vez, quanto mais seca a semente, deve-se priorizar a diminuição da abertura côncavo/cilindro, pois a semente seca oferece resistência à pressão. A alteração dessas regulagens deve ser feita durante o desenrolar da colheita, conforme a semente vai perdendo umidade na lavoura.

As colhedoras axiais reduzem, consideravelmente, esses danos. Devem-se avaliar danos mecânicos no início e durante a colheita. Os efeitos dos danos mecânicos sobre as sementes podem ser imediatos, com a diminuição da germinação e do vigor, ou latentes, quando o efeito dos danos aparece após algum período de armazenamento.

Evidentemente, que a limpeza da colhedora é fundamental para prevenir mistura mecânica de sementes de outras espécies e de outras cultivares em que a colhedora foi usada anteriormente. Essa limpeza é de difícil execução, mas deve ser feita em toda sua extensão, com o auxílio de compressor de ar. Atenção especial deve ser dada àqueles pontos onde acúmulo de sementes pode ocorrer, como em elevadores, no fundo da caixa armazenadora e em transportadores.

No início da colheita, recomenda-se descartar os primeiros volumes colhidos, pois algumas sementes da colheita anterior ainda podem ter permanecido. O descarte da semente colhida numa passada da colhedora na borda da lavoura evita contaminação a partir de áreas contíguas e serve para completar a limpeza da colhedora.

425

Com qual porcentagem de umidade pode ser colhido o trigo sem prejudicar a qualidade das sementes?

Apesar de o máximo de qualidade fisiológica ocorrer na sua maturidade, quando apresenta teor de água de 30% a 40%, a semente deve esperar para ser colhida em momento após esse ponto, com grau de umidade menor, para permitir que a colhedora apresente funcionamento mais eficiente, com melhor debulha e mínimos danos mecânicos. Com base nisso, as sementes são colhidas o quanto antes, para evitar que permaneçam no campo, onde a deterioração é acelerada em decorrência das condições adversas do ambiente.

Em trigo, isso ocorre em faixa de umidade entre 15% e 19%, e a colhedora deve ser regulada para a ocorrência de mínimos danos

mecânicos. Estudos mostram que o menor dano mecânico ocorre em trigo colhido com 16% de umidade.

426 Como deve ser feito o processo de secagem?

Recomenda-se que todas as sementes, colhidas ou recebidas, com grau de umidade acima de 13%, sejam submetidas ao processo de secagem imediatamente após a colheita.

A secagem é processo físico de remoção de água e é crítica na produção de sementes, com efeitos decisivos sobre sua qualidade. Se por um lado, pode ser causa de perda de qualidade – quando malfeita –, de outro, pode causar elevada qualidade fisiológica, pois permite que a semente seja colhida mais perto da sua maturidade fisiológica.

Nesse processo, a temperatura de secagem é fundamental, pois, juntamente com o fluxo de ar, é a principal determinante da velocidade de secagem. O que limita o uso de temperatura elevada é a consequência sobre a qualidade das sementes. Temperatura elevada na secagem reduz a germinação das sementes (dano imediato), e essa redução continua ocorrendo ao longo do armazenamento (efeito latente), se comparadas com sementes secadas com temperatura mais baixa. A temperatura da massa de sementes não pode exceder a 40 °C, sob pena de afetar a qualidade fisiológica dessas sementes. Temperatura muito elevada provoca alta taxa de evaporação da água na superfície das sementes, aumentando o gradiente de umidade no interior destas. Isso gera tensões internas, provocando danos por trincamento.

Essas tensões são tanto maiores quanto mais elevado o grau de umidade. Por isso, deve-se usar temperatura menor na massa de sementes mais úmidas.

427 Em que consiste o beneficiamento das sementes?

Consiste do processo de pré-limpeza, seguida do beneficiamento propriamente dito, ou seja, passagem das sementes por má-

quinas que eliminam material inerte, sementes mal formadas ou deterioradas e ainda separam sementes de espécies cultivadas, espécies silvestres e espécies nocivas, deixando o lote de sementes padronizado para melhorar a plantabilidade. Por último, as sementes são acondicionadas em embalagens apropriadas para armazenamento e distribuição.

As máquinas mais comumente utilizadas no beneficiamento de sementes de trigo são:

- Máquina de ar e peneira.
- Separador por comprimento ou cilindro alveolado (*trieur*).
- Mesa de gravidade.
- Balança automática de embalagem.

Essas máquinas são dispostas em linha de beneficiamento interligadas por transportadores, em geral, elevadores de caneca (Figura 1).

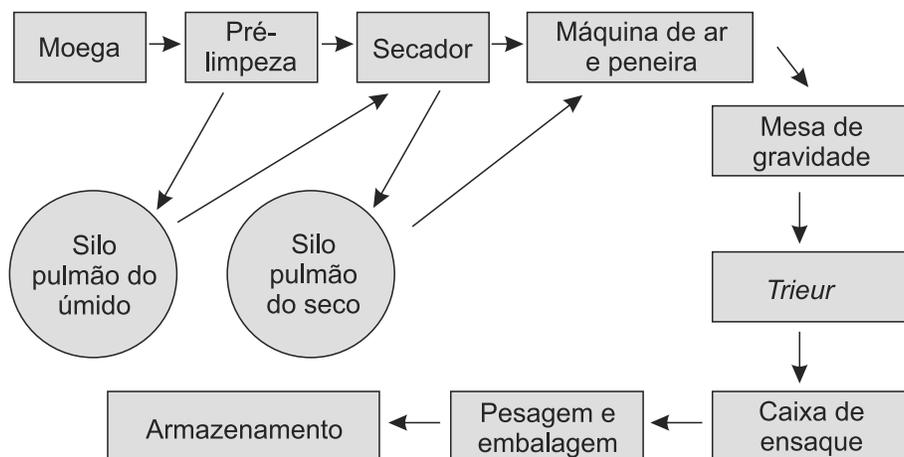


Figura 1. Fluxo de sementes em uma Unidade de Beneficiamento.

428

Como deve ser feita a embalagem e a rotulação das embalagens de sementes certificadas de trigo?

De acordo com as normas de produção, comercialização e utilização, definidas pela Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho

de 2005 (BRASIL, 2005), as sementes prontas para comercialização devem estar obrigatoriamente acondicionadas em embalagem nova, de papel multifoliado, polipropileno trançado, algodão, juta ou em outra que vier a ser autorizada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

No caso de sementes tratadas com substâncias nocivas à saúde humana ou animal, não é permitido o uso de embalagem de polipropileno trançado, algodão, juta ou de outros materiais que venham a ser restringidos em norma específica.

Ainda conforme a mesma Instrução Normativa:

- A identificação das sementes para comercialização deve ser expressa em lugar visível da embalagem, e escrita em português.
- Devem estar impressas diretamente na embalagem ou etiqueta, as seguintes informações relativas ao produtor da semente: razão social/CNPJ ou nome/CPF, endereço e número de inscrição no Renasem.
- Devem ser expressas em local visível da embalagem, diretamente ou mediante rótulo, etiqueta ou carimbo, escrito em português, no mínimo, as seguintes informações: tipo de classe (semente básica, semente certificada C1, semente certificada C2 ou sementes) seguida do nome comum da espécie, nome da cultivar; nome da categoria; número do lote; porcentagem de sementes puras; porcentagem de germinação; classificação por peneira; safra; validade do teste de germinação; peso líquido ou número de sementes contidas na embalagem e quaisquer outras informações exigidas, quando for o caso.

Referências

BRASIL. Lei nº 70.711 de 5 de agosto de 2003. Institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 ago. 2003.

BRASIL. Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 70.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças – SNSM, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jul. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 9 de 2 de junho de 2005**. Disponível em: < <http://apasem.com.br/site/index.php/instrucao-normativa-no-9-de-02-de-junho-de-2005/>>. Brasília, DF, 15 out. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013**. Disponível em: < <http://apasem.com.br/site/index.php/instrucao-normativa-no-45/>>. Acesso em: 15 out. 2015.

429 Qual é a composição química do grão de trigo?

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o trigo vermelho duro de primavera (mais semelhante ao trigo brasileiro), apresenta, em média, a seguinte composição:

- Carboidratos (68,03%).
- Lipídios (1,92%).
- Proteínas (15,4%).
- Fibra alimentar total (12,2%).

A composição química do trigo pode variar de acordo com a cultivar, as práticas de manejo, a rotação de culturas, o tipo de solo e clima. Para cada 100 g de trigo em grão, são encontradas, em média, as vitaminas:

- Tiamina (0,504 mg).
- Riboflavina (0,11 mg).
- Niacina (5,71 mg).
- Vitamina B6 (0,336 mg).
- Folato (43 µg).
- Vitamina A (9 UI).
- Vitamina E (1,01 mg).
- Vitamina K (1,9 µg).

Além de vitaminas, para cada 100 g de trigo são encontrados, em média, os minerais:

- Cálcio (25 mg).
- Ferro (3,6 mg).
- Magnésio (124 mg).
- Fósforo (332 mg).
- Potássio, (340 mg).
- Sódio (2 mg).
- Zinco (2,78 mg).

O valor calórico depende da composição química do grão de trigo, que contém, em média, 329 kcal por 100 g de grão.

430 Qual é o valor nutritivo do trigo?

Tendo em vista seu alto conteúdo de carboidratos, o trigo e seus derivados, como massas alimentícias e pães, são considerados

como alimentos fonte de energia. Como os demais cereais, o trigo é deficiente no aminoácido essencial lisina, não apresentando assim proteína completa com todos os aminoácidos essenciais, como as proteínas animais.

O gérmen de trigo tem alto conteúdo proteico, é rico em vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e vitamina B6), além de vitamina E, que possui ação antioxidante. O farelo de trigo contém alto teor de fibras insolúveis, as quais facilitam o trânsito intestinal, aumentam a sensação de saciedade e é relativamente rico em zinco, que favorece o sistema imunológico, e em vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e vitamina B6).

431 Quais são as proteínas existentes no grão de trigo?

As proteínas do grão de trigo podem ser divididas em formadoras de glúten (denominadas proteínas de armazenamento e constituem ao redor de 75% a 80% do total) e aquelas que não formam glúten (a maior parte são enzimas e representam de 20% a 25% do conteúdo total). Quanto à solubilidade, as proteínas são classificadas em quatro grupos:

- Albuminas (solúveis em água).
- Globulinas (solúveis em soluções salinas diluídas).
- Prolaminas ou gliadinas (solúveis em álcool 70%).
- Glutelinas (solúveis em ácidos e bases diluídos).

Os dois primeiros grupos estão concentrados no gérmen, no farelo, na camada de aleurona e, em menor quantidade, no endosperma, e possuem adequado balanço de aminoácidos, enquanto os dois últimos grupos de proteína são encontrados somente no endosperma e contêm altos teores dos aminoácidos glutamina e prolina.

432 O que é glúten?

É o complexo proteico (rede de glúten) formado quando a água é adicionada à farinha de trigo e misturada para formar uma

massa. O glúten é a substância que permanece quando a massa de farinha de trigo é lavada para se removerem os grânulos de amido e os demais componentes solúveis. É a rede de glúten que vai reter o gás carbônico produzido durante o processo de fermentação da massa.

O glúten é composto de, aproximadamente, 90% de proteínas insolúveis (gliadina e glutenina), 8% de lipídios e 2% de carboidratos (pentosanas solúveis e insolúveis, principalmente). Juntos, as proteínas e os lipídios são responsáveis pelas propriedades viscoelásticas e coesivas da massa.

433 O que é trigo de qualidade?

Trigo de qualidade pode ter diferentes significados, dependendo do segmento do complexo tritícola envolvido, entre eles, os produtores que visam à qualidade agrônômica, dada por resistência a pragas e alto rendimento de grãos e os moageiros que almejam o máximo rendimento de farinha branca por tonelada de grão e que atenda às especificações exigidas de farinha por seus clientes, que são as indústrias de processamento (pães, bolos, biscoitos e massas).

Pode ser considerado trigo de qualidade aquele que atende aos requisitos físicos, químicos e reológicos necessários à produção de produtos finais que estejam de acordo com a expectativa dos consumidores, com o máximo de rendimento e menor custo. Além disso, um trigo de qualidade tem que ser seguro, ou seja, ser isento de contaminantes no momento de seu consumo. Contudo, não há como garantir a obtenção de um trigo de qualidade porque grande parte do resultado depende das condições climáticas ocorridas durante o ciclo da cultura, no campo. No entanto, podem ser adotados procedimentos para reduzir, em parte, as perdas de qualidade, tais como:

Antes do plantio – Selecionar a(s) cultivar(es), levando-se em conta as características agrônômicas, o rendimento e, em especial, a classificação comercial indicativa para a região homogênea de adaptação onde ocorrerá o plantio.

Na condução da lavoura – Proceder ao plantio e ao manejo da lavoura, de acordo com as indicações técnicas para a cultura do trigo e, finalmente, não deixar esse cereal no campo após a maturação fisiológica, realizando a colheita tão logo seja possível.

434 O que é qualidade tecnológica de trigo?

São as diferentes características químicas, físicas e reológicas de um trigo, necessárias para elaborar determinado produto final de alta qualidade. Em muitos casos, o trigo inadequado para uma aplicação pode ter excelente qualidade para outra. Por exemplo, trigo com baixo potencial para produção de pães pode ter excelente qualidade para se fazer bolos e biscoitos.

Às vezes, o termo qualidade industrial é usado como sinônimo de qualidade tecnológica, mas deveria ser usado, preferencialmente, para aplicações da indústria química, como adesivo, agente de cobertura, polímeros, substituto de madeira, resinas, entre outros.

435 Quais são os parâmetros que avaliam a qualidade tecnológica de um trigo?

A qualidade tecnológica de trigo pode ser definida mediante a interpretação de testes, sendo que alguns deles possuem um conjunto de parâmetros para sua avaliação. Os principais testes são:

- Peso do hectolitro.
- Peso de mil grãos.
- Dureza dos grãos.
- Moagem experimental.
- Número de queda
- Teor de proteínas totais.
- Teor de glúten (índice de glúten, glúten úmido e glúten seco).
- Cor de farinha (L^* , luminosidade, a^* e b^* , tendência para a cor vermelha e cor amarela, respectivamente).

- Alveografia (força de glúten, tenacidade, extensibilidade, índice de intumescimento e índice de elasticidade).
- Farinografia (absorção de água, tempo de desenvolvimento, estabilidade e índice de tolerância à mistura), entre outros.

Os principais parâmetros usados para avaliar a qualidade tecnológica são força de glúten, estabilidade e número de queda.

436 O que é força de glúten da alveografia?



A alveografia é um teste feito em alveógrafo Chopin de acordo com o método oficial internacionalmente estabelecido, e sua finalidade é medir a resistência da massa à extensão até o ponto em que ela pode ser estirada sob as condições do método.

Na prática, esse teste simula o comportamento da massa na fermentação, imitando a formação de bolhas originadas nessa massa pelo gás carbônico produzido na fermentação.

A força de glúten (W) é um dos parâmetros medidos pelo teste e representa o trabalho ou a energia necessária para deformar a massa e indica a qualidade panificativa da farinha (força da farinha).

437 O que é estabilidade da farinografia?

A farinografia é um teste usado para indicar as propriedades de mistura e processamento da massa de farinha de trigo. Esse teste é realizado em farinógrafo Brabender, por método oficial, internacionalmente estabelecido. Os parâmetros avaliados registram o comportamento durante o processo de amassamento, no qual, após a

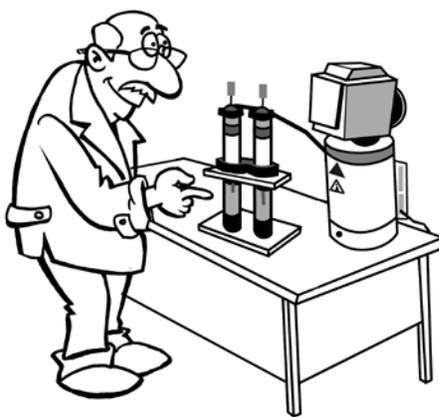


formação da rede de glúten, se ainda continuarem sendo aplicadas deformações, essa rede começará a enfraquecer. Quando isso ocorre, diz-se que a massa está “sobre amassada” ou misturada em excesso. A resistência a essa mistura em excesso é o que se conhece como estabilidade ao amassamento. Quanto mais forte a farinha, maior a sua estabilidade.

438 O que é número de queda?

O número de queda (NQ), também conhecido como *Falling number*, mede a intensidade de atividade da enzima alfa-amilase no grão, e é determinado por método oficial internacionalmente estabelecido, sendo o resultado expresso em segundos.

Esse teste mede o tempo (em segundos) que a haste leva para cair na suspensão de farinha e a água que está sendo aquecida em banho-maria no aparelho. Altos valores indicam baixa atividade dessa enzima, enquanto baixos valores indicam atividade elevada, situação que comumente resulta do processo de germinação pré-colheita. A enzima alfa-amilase está envolvida na germinação da semente para surgimento de uma nova planta.



439 Como é classificado o trigo no Brasil?

No Brasil, a classificação comercial do trigo é normatizada pela Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010 (BRASIL, 2010), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), denominada *Regulamento Técnico do Trigo*, em vigor desde 1º de julho de 2012. Por essa legislação, o trigo é classificado em Grupo, Classe e Tipo.

O Grupo diz respeito ao uso proposto:

Grupo I – Trigo destinado diretamente à alimentação humana.

Grupo II – Trigo destinado à moagem e a outras finalidades.

O Tipo é determinado em função dos limites de defeitos, de peso do hectolitro e de umidade dos grãos, podendo classificar o trigo em Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 ou fora de Tipo.

A Classe define a qualidade do ponto de vista tecnológico e é estabelecida em função das seguintes determinações:

- Força do glúten (W, expresso em $\times 10^{-4}$ Joules).
- Estabilidade (expressa em minutos).
- Número de queda (NQ ou *Falling Number*, expresso em segundos).

Com base nesses parâmetros, a Instrução Normativa nº 38 estabelece quatro classes de trigo:

- Classe Melhorador.
- Classe Pão.
- Classe Doméstico.
- Classe Básico.
- Classe Outros Usos.

As Tabelas 1 e 2 mostram os tipos e classes comerciais de trigo, vigentes a partir de 1º de julho de 2015, segundo os anexos V e VI, da Instrução Normativa nº 38, de 2010.

Tabela 1. Classes do trigo do grupo II, destinado à moagem e outras finalidades, segundo Anexo III da Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010.

| Classe | Força do glúten (valor mínimo em 10^{-4} J) | | Estabilidade (tempo em minutos) | Número de queda (valor mínimo em segundos) |
|-------------|---|----|------------------------------------|--|
| Melhorador | 300 | e | 14 | 250 |
| Pão | 220 | ou | 10 | 220 |
| Doméstico | 160 | ou | 6 | 220 |
| Básico | 100 | ou | 3 | 200 |
| Outros usos | Qualquer | | Qualquer | Qualquer |

Fonte: Brasil (2010).

Tabela 2. Tipos do trigo do grupo IV, destinado à moagem e outras finalidades, segundo Anexo VI da Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010¹.

| Tipo | Peso do hectolitro (valor mínimo) | Matérias estranhas e impurezas (% máximo) | Defeito (% máximo) | | | Total de defeitos (% máximo) |
|--------------|-----------------------------------|---|-------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| | | | Danificados por insetos | Danificados pelo calor, mo-fados e ardidos | Chochos, triguilhos e quebrados | |
| 1 | 78 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,5 |
| 2 | 75 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 2,5 | 3,5 |
| 3 | 72 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 7,0 |
| Fora de tipo | < 72 | > 2,0 | > 2,0 | 10,0 | > 5,0 | > 7,0 |

¹ A Instrução Normativa nº 38 tem sofrido acréscimos e supressões em seu texto original desde sua publicação. Em caso de utilização dessa norma, sugere-se verificar no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a última versão válida.

Fonte: Brasil (2010).

440

Segundo o perfil de uso final, quais são os trigos existentes no Brasil?

A Classificação Comercial de Trigo Brasileira, estabelecida pela Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010, foi uma tentativa de aproximar a qualidade tecnológica requerida pelos principais perfis de usos da farinha de trigo: pães industriais, massas alimentícias secas e biscoitos tipo *cracker* (classes de trigo Melhorador e Pão), uso doméstico e pães caseiros (classes de trigo Doméstico e Pão) e biscoitos semidoces duros e bolos (classes de trigo Básico e Outros usos).

Na Classe de trigo, Outros usos, também são incluídos produtos que não se enquadrarem nos usos tradicionais, como uso para ração animal e usos industriais (produção de gérmen de trigo, etanol, cola, furfural, etc.). Contudo, a legislação brasileira de trigo em vigor poderá ser alterada, levando em conta outros critérios e parâmetros para classificação desse cereal.

441 A qualidade do trigo difere por região?

Atualmente, o Brasil está dividido em quatro regiões tritícolas, denominadas regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo (RHA 1, RHA 2, RHA 3 e RHA 4).

Essas regiões foram estabelecidas com base nos regimes de temperatura do ar e de disponibilidade de chuvas ocorridos durante a estação de crescimento do trigo e na altitude do local de plantio.

A Instrução Normativa nº 3, de 14 de outubro de 2008, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), publicou a relação de municípios que compõem cada uma das regiões.

RHA 1 – É fria, úmida e alta.

RHA 2 – É moderadamente quente, úmida e baixa.

RHA 3 – É quente, moderadamente seca e baixa.

RHA 4 – É quente e seca.

Essas diferentes combinações de regime hídrico, temperatura do ar e altitude afetam, intensamente, a qualidade tecnológica do trigo, de tal forma que a mesma cultivar poderá apresentar classificação comercial indicativa distinta, em função da RHA em que é plantada.

Geralmente, a mesma cultivar de trigo cultivada nas diferentes regiões tritícolas apresentará maior força de glúten na RHA 4, seguida das RHA 3, RHA 2 e RHA 1, em decorrência das condições edafoclimáticas.

442 Onde obter informações sobre a classificação comercial indicativa das cultivares de trigo brasileiro por região?

Anualmente, a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale atualiza sua tabela contendo a classificação comercial das cultivares de trigo, na publicação *Indicações técnicas para trigo e triticale*, a qual pode ser consultada via internet. Para encontrar as publicações, pode-se consultar um site de busca, tecendo-se a seguinte frase: Indicações técnicas para trigo e triticale.

443**Por que a classificação comercial da variedade de trigo é “indicativa”?**

Porque estima o potencial genético da variedade, quando esta é cultivada sob condições adequadas. A classificação comercial da variedade não garante, absolutamente, a mesma classificação para um lote comercial específico, cujo desempenho dependerá de condições de clima, de solo, de tratamentos culturais, de secagem, de armazenamento, dentre outros fatores.

444**No Brasil, a forma de classificação do trigo é diferente da classificação adotada em outros países?**

Sim. Entre os países, não existe uniformidade nas normas de classificação comercial de trigo. Cada país adota critérios de classificação que sejam mais convenientes à sua realidade. Países como os Estados Unidos e o Canadá classificam o trigo de acordo com:

- Teor de proteína.
- Cor do grão (branco ou vermelho).
- Estação do ano em que ocorreu o cultivo (primavera e inverno).

Geralmente, o trigo de países da América Latina não usam esses critérios de classificação, levando em conta alguns parâmetros de avaliação de qualidade tecnológica, como o Brasil, que considera:

- Número de queda do grão.
- Força de glúten, da alveografia.
- Estabilidade, da farinografia.

445**Quais os países que possuem o melhor trigo no mundo?**

Países como os Estados Unidos e o Canadá têm a fama e o mérito de possuírem o melhor trigo do mundo. Grande parte dessa conquista pode ser atribuída ao plantio de trigo respeitando as condições edafoclimáticas de cada região, de acordo com a

aptidão tecnológica das variedades/cultivares, ou seja, em regiões onde as condições ambientais de clima e solo favorecem o plantio de trigo *soft*, planta-se trigo *soft* e, da mesma forma, para os demais tipos de trigo.

Esses países também possuem excelente estrutura de transporte, segregação e armazenagem dos diferentes tipos de trigo, além de executar análises de laboratório antes e após a colheita, permitindo o conhecimento da real qualidade da safra, a cada ano.

446

Farinha para produção de pão é diferente de farinha para produção de biscoitos?

Pode-se dizer que, para fabricar produtos derivados de trigo, são necessários tipos de trigo com requisitos de qualidade tecnológica diferenciada. A farinha para produção de pães necessita de força de glúten e teor de proteínas totais superiores à farinha para produção de biscoitos, que preferencialmente deve ser originada de trigo de textura mole e de baixo teor de proteínas.

Além dessas características de força de glúten e teor de proteína, outros parâmetros são determinantes para se obter um bom produto final como, por exemplo, tenacidade, teor de absorção de água, luminosidade, dentre outros. A Tabela 3 mostra essa multiplicidade de exigências, mostrando o valor de alguns parâmetros para cada tipo de produto final.

Tabela 3. Indicações de características de qualidade por produto à base de trigo.

| Aplicação | W (10-4) ⁽¹⁾ | P (mm) ⁽²⁾ | P/L ⁽³⁾ | AA (%) ⁽⁴⁾ | EST (min) ⁽⁵⁾ | NQ (s) ⁽⁶⁾ | Valor L ^{*(7)} | Valor B ^{*(8)} | Prot % (b.s.) ⁽⁹⁾ |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Panificação artesanal | Mín. 280 | - | 1,2–2,0 | Mín. 58 | Mín. 15 | Mín. 250 | Mín. 92 | - | Mín. 12 |
| Panificação industrial* | Mín. 250 | - | 0,8–1,5 | Mín. 58 | Mín. 12 | Mín. 250 | Mín. 92 | - | Mín. 12 |
| Farinha doméstica | Mín. 180 | - | 0,8–1,5 | - | Mín. 8 | Mín. 250 | Mín. 92,5 | - | Mín. 10 |
| Massas alimentícias secas | - | - | - | - | - | Mín. 250 | - | Mín. 12 | Mín. 14 |

Continua...

Tabela 3. Continuação.

| Aplicação | W (10-4) ⁽¹⁾ | P (mm) ⁽²⁾ | P/L ⁽³⁾ | AA (%) ⁽⁴⁾ | EST (min) ⁽⁵⁾ | NQ (s) ⁽⁶⁾ | Valor L* ⁽⁷⁾ | Valor B* ⁽⁸⁾ | Prot % (b.s.) ⁽⁹⁾ |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Biscoitos fermentados | 170–220 | 70–100 | 0,8–1,5 | 56–60 | - | Mín. 250 | Mín. 90 | - | 9–12 |
| Biscoitos moldados doces | 90–160 | 40–60 | 0,4–1,0 | Máx. 60 | - | Mín. 200 | Mín. 91 | - | 8–9 |
| Biscoitos laminados doces | 110–180 | 60–100 | 0,5–1,2 | 56–60 | - | Mín. 200 | Mín. 91 | - | 8–9 |
| Wafers/Bolos | - | - | - | Máx. 56 | - | Mín. 200 | Mín. 91/ Mín. 92 | - | 7–8/ Máx. 8 |
| Massas frescas/ instantâneas | Mín. 180 | - | - | - | - | Mín. 250 | Mín. 93,5 | - | Mín. 12 |

⁽¹⁾ W: força de glúten. ⁽²⁾ P: tenacidade. ⁽³⁾ P/L: relação tenacidade/extensibilidade. ⁽⁴⁾ AA: absorção de água. ⁽⁵⁾ EST: estabilidade. ⁽⁶⁾ NQ: número de queda. ⁽⁷⁾ L*: luminosidade Minolta (L* = 100, branco total, L* = 0 preto total). ⁽⁸⁾ B*: tendência para a cor amarela (sistema CIEL*a*b, determinado em colorímetro Minolta). ⁽⁹⁾ Prot: teor de proteínas totais (% em base seca): em que Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo.

Fonte: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (2014).

447 O que significa gelatinização e retrogradação do amido?

São propriedades tecnológicas e funcionais responsáveis por transformações no amido presente na farinha de trigo. Em água fria, o amido não se dissolve, fica suspenso e absorve no máximo 30% de água.

A gelatinização é o fenômeno que ocorre pelo rompimento de ligações pontes de hidrogênio quando os grânulos de amido da farinha são aquecidos em presença de água. Os grânulos aumentam de volume e rompem-se irreversivelmente, formando um gel viscoso e translúcido. Um exemplo desse processo é o que ocorre quando se faz mingau de amido de milho.

Por sua vez, a retrogradação do amido ocorre quando o gel de amido é resfriado, tornando-se mais opaco (menos transparente) e é acompanhado de perda da água e da formação de rachaduras no gel. Um exemplo prático desse processo é o pão envelhecido. Quando o pão começa a esfriar, as moléculas de amido reorganizam-se, liberando água e formando uma estrutura rígida, que provoca o endurecimento do pão. Se esse pão for aquecido novamente, ele ficará macio, pois ocorrerá a vaporização do pouco que ainda

restava de água no miolo. Contudo, com o passar do tempo, o vapor sairá, deixando-o muito mais seco e duro.

448 A cor da farinha tem relação com sua qualidade panificativa?



Não. Na verdade, a cor de farinha é muito mais uma questão cultural do que tecnológica, estando mais vinculada a aspecto de preferência visual do consumidor final. Há algumas décadas, acreditava-se que a farinha ideal para produzir um bom pão deveria ser o mais branca possível. Geralmente farinhas fortes são mais escuras porque são originadas de trigo de grão com textura mais dura, sendo indicadas, principalmente, na elaboração de pães.

Já as farinhas “branqueadoras” quase sempre provêm de trigo de textura mole, que produz farinhas muito finas, ou de farinha de baixa extração (camadas mais internas do grão com menos contaminação com farelo), possuindo qualidade tecnológica mais adequada para produzir biscoitos e bolos.

Nos últimos tempos, a produção de farinha integral tem aumentado, o que leva a crer que, em alguns anos, a cor da farinha não terá mais tanta importância para o consumidor final.

449 Como o clima interfere na qualidade do trigo produzido no Rio Grande do Sul, na pré-colheita e na colheita?

Durante a fase de enchimento dos grãos de trigo, frequentemente ocorre alternância de temperaturas altas e baixas, as quais influenciam na duração desse período e a taxa de enchimento dos grãos, afetando a qualidade tecnológica. Além do regime térmico,

as ocorrências de baixa e alta umidade relativa do ar e precipitação pluvial influenciam a deposição de amido e de proteínas nos grãos, o que traz, como consequência, alteração da qualidade do trigo. A combinação alternância de temperaturas e elevadas umidade relativa do ar e precipitação pluvial também favorece a quebra da dormência com o aumento expressivo da atividade da enzima alfa-amilase, resultando num dos maiores problemas na qualidade do trigo brasileiro: a germinação pré-colheita ou germinação na espiga.

450

O que é germinação pré-colheita e quais são suas consequências na produção e na industrialização do trigo?

É a germinação dos grãos na espiga antes da colheita do trigo, promovendo a síntese e a ação de enzimas hidrolíticas (enzimas que atuam na presença de água), como a alfa-amilase, as proteases, as lipoxigenases e as lipases, no endosperma do grão.

Suas principais consequências incluem:

- Perdas quantitativas na colheita.
- Redução na viabilidade da semente.
- Redução da qualidade da farinha de trigo e diminuição do valor de comercialização dos grãos de trigo.
- Redução da qualidade de produtos finais.

Em termos de qualidade de produtos finais, os principais efeitos são:

- Pães com textura interna pegajosa e úmida e crosta com cor escura.
- Massas alimentícias, como o macarrão e o espaguete longo, podem sofrer aumento de porcentagem de quebra durante a secagem, além de, após o cozimento, massas alimentícias, fabricadas a partir de farinha de trigo germinado, podem apresentar pegajosidade, baixo volume e excesso de resíduos na água de cozimento.
- Bolos fabricados com uso de processo esponja, o resultado será produtos com baixo volume, miolo compacto e crosta muito escura.

451 Como evitar a germinação pré-colheita em trigo?

A escolha da cultivar a ser semeada em função da tolerância/resistência genética à germinação pré-colheita constitui uma das estratégias para reduzir esse problema. No entanto, quando empregada isoladamente, não tem apresentado a eficácia desejada.

A colheita antecipada, ou seja, logo após a maturação fisiológica dos grãos, com posterior secagem a baixas temperaturas (55 °C), é uma das alternativas sugeridas com o objetivo de retirar o trigo do campo antes que mais chuvas e golpes de calor venham a aumentar o processo de germinação pré-colheita. Alternativas estão sendo testadas, mas seus resultados ainda não são conclusivos.

452 Existe algum aproveitamento para trigo germinado?

Geralmente, o trigo germinado é usado para ração animal, para produção de alguns biscoitos semidoces ou em mesclas com trigo não germinado em proporção previamente estudada a fim de não prejudicar a qualidade do lote de trigo não germinado.

Embora não tenha qualidade tecnológica adequada para elaboração de produtos fermentados, no grão germinado o potencial nutritivo está desenvolvido ao máximo, havendo liberação de enzimas que facilitam a absorção, pelo organismo, dos principais nutrientes do cereal. O trigo germinado contém teores de vitaminas, minerais e açúcares mais elevados do que o trigo normal, além de proporcionar melhor digestibilidade.

453 Colheitas feitas antes do ponto de maturação ideal afetam a qualidade tecnológica do trigo?

O ponto de maturação fisiológica é aquele em que o grão já completou seu desenvolvimento. Portanto, se a colheita for feita antes dessa etapa, a qualidade do trigo será prejudicada. Por exemplo, grãos verdes diminuem a força de glúten da farinha de trigo produzida.

454

As altas temperaturas de secagem causam perdas na qualidade do trigo?

O trigo que é submetido a altas temperaturas durante a secagem (temperaturas da massa de grãos de trigo superiores a 60 °C) apresenta modificações na qualidade do glúten, alterando suas propriedades elásticas e se tornando pouco extensível, e, em muitos casos, as proteínas são desnaturadas e perdem a capacidade de formar massa, prejudicando, conseqüentemente, sua capacidade panificativa.

455

As condições e o período de armazenagem do trigo podem afetar o valor nutritivo do produto final?

Não. Desde que seja armazenado em condições adequadas, o trigo não perderá valor nutritivo. No entanto, o aquecimento da massa de grãos causado pela alta umidade, pelo desenvolvimento de fungos e pela proliferação de insetos provocam, em maior ou menor grau:

- Desnaturação de proteínas.
- Modificações físico-químicas no amido.
- Destruição de vitaminas, entre outras perdas.

456

O que se entende por sensibilidade e intolerância ao glúten?

A sensibilidade ao glúten pode ser definida como um estado de resposta imunológica (defesa do organismo) ao glúten de alguns cereais, podendo ser permanente ou transitória.

A intolerância ao glúten é permanente, e a interação entre o sistema imunológico e o glúten pode se expressar como doença no trato digestivo ou lesão intestinal (doença celíaca que é a forma mais frequente de apresentação), além de causar danos:

- Na pele (dermatite herpetiforme).

- Na mucosa bucal (estomatite aftosa de repetição).
- Nas articulações (algumas artrites).
- Nos rins (nefropatia por IgA).

A sensibilidade ao glúten sem doença celíaca, que se acredita ser transitória, é caracterizada pelos mesmos sintomas intestinais desencadeados pela ingestão de glúten na doença celíaca, mas não há formação de anticorpos celíacos específicos e ausência da clássica atrofia (perda de peso e volume) das vilosidades do intestino delgado (estruturas responsáveis pela absorção de nutrientes) observada na intolerância ao glúten.

457 Existe pão sem glúten?

Existem, no mercado, diversos produtos na versão sem glúten, tentando assemelhar-se aos que são tradicionalmente feitos com trigo e seus derivados. A utilização de farinhas de arroz, de milho, de soja, de mandioca, de quinoa e de amaranto, além das féculas de milho, de batata, de mandioca e suas mesclas, permite a oferta de pães, massas, biscoitos, barras de cereais e uma gama de outros produtos sem glúten.

No entanto, deve ser esclarecido que não existem pães sem glúten elaborados com trigo, centeio, triticale e cevada, pois todos esses grãos contêm proteínas formadoras de glúten na sua composição (dos grupos das Prolaminas e Glutelinas). Em estudos em que essas proteínas foram extraídas dos grãos, estes perderam sua funcionalidade para elaboração de produtos fermentados.

458 O que é “trigo-verde” ou *freekeh*?

O *freekeh* (que literalmente significa “esfregar” e é lido como “frique”) é um trigo verde tostado. Acredita-se que ele foi originado por acidente, quando uma antiga aldeia no Oriente Médio foi atacada e seus campos de trigo jovens foram incendiados. Na tentativa de salvar a colheita, os aldeões esfregaram as espigas queimadas,

retiraram os grãos e descobriram que depois de torrados eram saborosos.

Esses grãos são ricos em fibra alimentar e contêm baixo índice glicêmico (usados em dietas de emagrecimento e no controle de diabetes), além de serem ricos em luteína e em zeaxantina (carotenoides). Uma porção de 42 g de *freekkeh* fornece 150 calorias e apresenta 1,5 g de lipídios, 30 g de carboidratos, 6 g de fibra alimentar, 6 g de proteína, 25 mg de cálcio e 2,2 mg de ferro.

No Brasil, o *freekkeh* (frique) pode ser elaborado de forma caseira como também pode ser encontrado em lojas de produtos naturais. Em países como a Austrália, é produzido, comercialmente, em grande escala.

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.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela, RS. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 46.

15

Produção Integrada e Gestão da Qualidade na Pós-Colheita



Casiane Salete Tibola

459 O que é produção integrada?

A produção integrada (PI) surgiu na década de 1970, na Europa, como extensão do manejo integrado de pragas. Baseia-se no fomento da produção priorizando as áreas:

- Sustentabilidade (preservar recursos naturais).
- Monitoramento de insetos-praga, doenças e condições ambientais (minimizar a utilização de insumos).
- Qualidade (atender expectativas e das necessidades dos clientes).
- Rastreabilidade (registrar todas as etapas que conferem qualidade e inocuidade).
- Certificação.

460 Em que consiste a produção integrada de trigo (PI Trigo)?

Consiste num sistema de produção sustentável, baseado na racionalização do uso de insumos, na redução do impacto ambiental, na otimização dos custos operacionais e adoção de um sistema de rastreabilidade, viabilizando a certificação.

A PI Trigo compreende um conjunto de normas técnicas que orientam o manejo a ser adotado na produção e na pós-colheita, definindo os agroquímicos registrados para a cultura; cadernos de campo e de pós-colheita para os registros pertinentes à rastreabilidade e listas de verificação para orientar as auditorias de avaliação da conformidade.

461 Como funciona a certificação na produção integrada?

Para ingressar no processo de certificação da PI Brasil, o fornecedor (produtor ou empresa) deve entregar ao Organismo de Certificação de Produtos, acreditado pelo Inmetro, o Formulário de Solicitação preenchido. Essa documentação está especificada nos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Produção Integrada

Agropecuária – PI Brasil (INMETRO, 2011). A certificação na PI Brasil é de adesão voluntária e consiste no reconhecimento formal de que o conjunto de características do produto está de acordo com os requisitos estabelecidos nas normas técnicas específicas.

A auditoria corresponde a exame sistemático, independente e documentado, para determinar:

- Se o manejo adotado e seus resultados estão de acordo com as disposições planejadas.
- Se as práticas ou as orientações foram implementadas com eficácia e se estão adequadas à consecução dos objetivos (INMETRO, 2011).

A comprovação da auditoria resulta na emissão do Certificado de Conformidade, conferido pelo organismo de certificação de produto, com validade de 3 anos. No caso de produtos finais, também podem-se adotar selos de identificação de conformidade na embalagem.

462 O que caracteriza um sistema de rastreabilidade?

É um sistema de gerenciamento que possibilita armazenar todas as informações referentes à origem e ao manejo realizados em todas as etapas. Esse sistema tem por finalidade:

- Garantir a segurança dos alimentos.
- Assegurar o direito do consumidor à informação.
- Destacar origem e qualidade da produção.
- Aperfeiçoar a organização das cadeias produtivas.

Em 2007, a normativa ISO 22005:2007 estabeleceu requerimentos para padronizar sistemas de rastreabilidade em alimentos para consumo humano e animal, com base em estádios específicos de produção, processamento e distribuição (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2007).

Registros para rastreabilidade podem ser manuais ou eletrônicos. O sistema computadorizado tem a vantagem de agilizar o compartilhamento de informações que podem ser disponibilizadas em tempo real, via Internet.

Como transmitir e compartilhar informações nos sistemas de rastreabilidade?

A comunicação e o compartilhamento eletrônico das informações do sistema de rastreabilidade para o consumidor podem ser transmitidos adotando-se as seguintes tecnologias:

- Códigos de barras.
- Intercâmbio eletrônico de dados (EDI).
- Identificação por radiofrequência (RFID).
- Código eletrônico de produtos (EPC).

Recentemente, estão sendo usados os *Quick Response (QR) Codes*, que são códigos de barras bidimensionais (2D), cuja estrutura matricial permite armazenar mais informações que os códigos de barra tradicionais. Esses códigos são móveis também na medida em que se pode utilizar a câmera de um celular para capturar e decodificar as informações neles contidas. As informações cadastradas podem ser:

- Mensagens de texto.
- Um endereço na internet.
- Um número de telefone.
- A localização geográfica ou um contato.

O formato interativo e a capacidade de armazenamento de informações tornam essa ferramenta muito interessante para ser usada em sistemas de rastreamento.

Como proceder para se ter acesso ao Sistema de Rastreabilidade Digital para Trigo (e-rastrear) da Embrapa?



Enviar mensagem eletrônica¹ para o SAC, solicitando o cadastro no e-rastrear. Primeiro, será cadastrada a instituição, e para isso são necessários dados como endereço e contato. A partir daí, é feito o

¹ Disponível em: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

cadastro de novos usuários, sendo incluídos endereço, e-mail (do usuário) e senha pessoal.

As informações inseridas pelo novo usuário serão vinculadas à Instituição, e somente poderão ser visualizadas e alteradas por usuários da mesma instituição. Para acessar a página do sistema de rastreabilidade digital, use o endereço: <<http://www.e-rastrear.com.br>>.

465 O que é segregação de grãos?

Trata-se da separação dos grãos por características de interesse comercial, com o objetivo de garantir acesso ao mercado, aumentar a competitividade e atender melhor às especificações do produto final e do cliente. Como exemplos, podem ser citados produtos orgânicos, produtos não transgênicos e produtos com indicação de procedência.

No setor tritícola, os lotes podem ser segregados de acordo com a cultivar, a classe comercial e resultados de análises (por exemplo, teor de umidade, número de queda, presença de micotoxinas), dentre outros atributos que caracterizam a qualidade e a aptidão tecnológica.

466 O grande número de cultivares recomendadas dificulta a segregação do trigo produzido no Brasil?

A variedade de microclimas para a produção de trigo no Brasil demanda grande número de cultivares, com diferentes tipos agronômicos, aptidão tecnológica e tolerância a estresses bióticos e abióticos. Entretanto, esse é um fator que compromete a segregação do trigo, de acordo com a qualidade tecnológica.

Para contornar esta dificuldade, muitas cooperativas e empresas definem, antecipadamente, quais serão as cultivares que devem ser semeadas pelos produtores, visando otimizar a estrutura de armazenamento e segregar lotes de acordo com a demanda, para a elaboração de produtos finais específicos.

467

Quais são as principais vantagens da segregação de trigo, na comercialização?

A segregação de produtos de acordo com sua qualidade tecnológica e inocuidade otimiza a estrutura física para recebimento, secagem e armazenagem. A formação de lotes homogêneos confere maior rendimento no processamento, dispensando misturas para obter produtos finais específicos na indústria.

468

O que é sistema de gestão da qualidade?

São sistemas voltados para a disponibilização de alimentos seguros por meio da identificação, do monitoramento e do manejo adequado de possíveis contaminantes em todas as etapas. Os principais sistemas de gestão da qualidade de grãos são:

- Produção integrada.
- Manejo integrado de pragas.
- Boas práticas/análises de perigos.
- Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC).
- Norma ISO 22000 – Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos.

Esses programas são baseados em protocolos reconhecidos internacionalmente, que possibilitam implementar sistemas de rastreabilidade e de certificação, permitindo a comercialização de produtos com qualidade que atendam às demandas de mercado.

469

O que são boas práticas de manejo?

Abrangem um conjunto de medidas que deve ser adotado por agentes envolvidos na produção de alimentos a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos com os regulamentos técnicos. As boas práticas são pré-requisito para a implementação de sistemas de gestão da qualidade.

Os procedimentos operacionais padrão (POP's) são boas práticas de manejo, que incluem procedimentos descritos com instruções sequenciais para execução das operações de rotina de produção, armazenamento e transporte de alimentos. Os POP's mais relevantes para a indústria alimentícia são:

- De instalações.
- De controle de fornecedor.
- De equipamentos.
- De limpeza e sanitização.
- De higiene pessoal.
- De controle de produtos químicos.
- De controle de insetos-praga.
- De rastreamento/recolhimento.
- De destinação de resíduos.

470

Em que consiste a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle?

O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) foi desenvolvido para garantir a produção de alimentos seguros, por meio da identificação e da prevenção de perigos relacionados à sanidade. O sistema APPCC baseia-se na aplicação de sete princípios, publicados em detalhe pela Comissão do Codex Alimentarius, são eles:

- Análise de perigos e medidas preventivas.
- Identificação de pontos críticos de controle (PCC).
- Estabelecimento de limites críticos.
- Estabelecimento de procedimentos de monitoramento.
- Estabelecimento de medidas corretivas.
- Estabelecimento de procedimentos de verificação.
- Estabelecimento de procedimentos de registro.

No Brasil, a legislação sanitária federal regulamenta as boas práticas e o sistema APPCC por meio de portarias que determinam sua adoção pelas indústrias atuantes na produção primária, no processamento, na embalagem, no armazenamento e na distribuição de alimentos.

471

O que é a ISO 22000:2005 – Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos²?

É uma norma desenvolvida para que as empresas alimentícias assegurem o controle dos perigos em todas as etapas da produção de alimentos.

Por meio de requisitos auditáveis, a ISO 22000 combina o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) com programas de pré-requisitos (boas práticas), específicos para cada cadeia produtiva, que objetivam manter o ambiente higiênico, adequado para a produção, o manuseio e a provisão de produtos finais seguros.

472

O que significa segurança alimentar?

Consiste na implementação de políticas públicas para garantir o acesso da população aos alimentos, em quantidade e em qualidade adequadas. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todo o tempo, têm acesso físico e econômico à alimentação suficiente, saudável e nutritiva, para atender as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

473

Como definir segurança de alimentos?

Sinônimo de alimentos seguros, o conceito indica inocuidade, garantia de que os alimentos são isentos de contaminantes no momento do consumo. Os contaminantes podem ser de:

- Natureza biológica (microrganismos patogênicos).
- Natureza química (micotoxinas, resíduos de agroquímicos e de metais pesados).

² INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2005.

- Natureza física (fragmentos de insetos, vidros, pedras e materiais estranhos).

Os incidentes de origem alimentar mais comumente relatados são as infecções (ingestão de alimentos contendo microrganismos) e as intoxicações (presença de toxinas de fungos ou de bactérias no alimento).

474 O que são agentes contaminantes de alimentos?

Os contaminantes de alimentos apresentam efeitos nocivos e podem causar doenças nos consumidores. Os contaminantes podem ser físicos, químicos e biológicos. Os principais perigos físicos dos alimentos são partes de equipamentos, impurezas, fragmentos de insetos e materiais estranhos.

As micotoxinas e os resíduos de agroquímicos constituem-se os perigos químicos mais comuns nos alimentos. Os microrganismos causam a deterioração dos alimentos, sendo os mais comuns bactérias, fungos e vírus (*Salmonella* sp., *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, vírus da hepatite A, entre outros).

475 Como prevenir contaminantes na produção de alimentos à base de trigo na etapa de pós-colheita?

Adotar programas de gestão da qualidade, como: boas práticas/APPCC/ISO 22000 – Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos. As principais estratégias previstas nesses programas são:

- Secagem imediata após colheita, para umidade igual ou inferior a 13%.
- Aeração e transilagem.
- Manutenção adequada de equipamentos.
- Telas de proteção nas aberturas.
- Controle de roedores.
- Limpeza e higienização.
- Monitoramento e manejo integrado de insetos-praga.

- Armazenamento adequado – baixa umidade e temperatura na massa de grãos.
- Quando necessário controle químico, utilizar agroquímicos registrados na dosagem recomendada, respeitando o prazo de carência.

476 O que são micotoxinas?

As micotoxinas são compostos químicos tóxicos produzidos por espécies de fungos em determinadas condições de temperatura e de umidade. As micotoxinas podem ser encontradas nos seguintes alimentos e derivados: trigo, milho, arroz, cevada, aveia, leite, castanhas, nozes, cacau, amendoim, maçã, uva, café, entre outros. Fungos do gênero *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos toxigênicos de maior relevância para os cereais. As micotoxinas que ocorrem mais frequentemente no trigo são: deoxinivalenol e zearalenona.

477 Como ocorre a contaminação do trigo por micotoxinas?



A contaminação do trigo por micotoxinas geralmente resulta da doença fúngica chamada giberela, causada por espécies de *Fusarium graminearum*, também conhecida por *Gibberella zae*. A incidência de giberela ocorre a partir do espigamento no trigo, sendo favorecida sob condições de chuvas prolongadas no período de floração, alta temperatura e umidade, além do nível de resistência da cultivar de trigo. As espécies de *Fusarium* produzem, principalmente, as seguintes micotoxinas: tricotecenos (deoxinivalenol e nivalenol) e zearalenona.

Os sintomas típicos são espiguetas despigmentadas, coloração esbranquiçada ou cor de palha, que contrastam com o verde normal de espiguetas sadias, e aristas retorcidas. Em espiguetas atacadas, quando formados, os grãos são de tamanhos reduzidos, chochos e enrugados, por vezes com pigmentação rosada, característica do micélio do fungo.

478 O que é deoxinivalenol (DON)?

Mundialmente, é a principal micotoxina encontrada no trigo em nível mundial. Ela é produzida por diferentes espécies do complexo de espécies *Fusarium graminearum*. Ao se ingerir alimentos contaminados com essa toxina, rapidamente ela é absorvida e distribuída no organismo. Os efeitos agudos – que ocorrem imediatamente após o consumo de grande quantidade de alimentos contaminados – são vômitos e náuseas. Outros sintomas registrados em animais são:

- Rejeição do alimento.
- Perda de peso.
- Retardamento do crescimento.
- Inibição da síntese proteica.

Os efeitos crônicos são mais comuns e ocorrem quando são consumidas pequenas doses de micotoxinas, frequentemente, ao longo da vida, comprometendo a imunidade geral dos indivíduos e contribuindo para o desenvolvimento de doenças crônicas.

479 Existe legislação para regulamentar micotoxinas em alimentos?

Sim. No Brasil, a Resolução nº 7 estabelece o limite máximo tolerável (LMT) de deoxinivalenol (DON), zearalenona (ZEA) e ocratoxina A (OCRA) para cereais destinados à alimentação humana (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2011).

O limite máximo tolerável (LMT) de DON para cereais destinados à alimentação infantil deve ser de 200 partes por bilhão (ppb). Além disso, determina o limite máximo de 2.000 ppb para

trigo integral e de 1.750 ppb para farinha de trigo. A partir da publicação da legislação, para produtos destinados à alimentação infantil, os níveis são menores e com vigência imediata. Nos demais alimentos destinados ao consumo humano, os níveis tolerados são, progressivamente, mais restritivos.

480

Quais são as principais estratégias de manejo para minimizar o impacto negativo das micotoxinas na produção e na pós-colheita de trigo?

As principais ações a serem implantadas são:

- Selecionar cultivares de trigo moderadamente resistentes à giberela.
- Escalonar a semeadura.
- Aplicar fungicidas no florescimento pleno, sob condições de risco climático.
- Monitorar a ocorrência de giberela com auxílio de sistemas de alerta, como o Sisalert, que simula o risco da incidência para a região Sul do Brasil, com base em dados de clima e data de início de espigamento.
- Descartar grãos leves na colheita, na pré-limpeza e na limpeza.
- Monitorar a ocorrência de micotoxinas para orientar ações de manejo e de segregação, para minimizar esses contaminantes nos lotes de trigo.
- Secar os grãos rapidamente após a colheita para umidade relativa de 12%.
- Adotar aeração e transilagem para reduzir a umidade e a temperatura da massa de grãos.
- Monitorar e controlar insetos-praga na pós-colheita.

481

Como reduzir a concentração de micotoxinas em lotes de trigo?

As estratégias mais promissoras são:

- Métodos físicos – Uso de ar, peneiras e mesa gravitacional para retirada de impurezas e sujidades, além de grãos leves e danificados.
- Métodos químicos – Uso de amônia, ozônio, ácido ascórbico e zinco para inativar a toxina.
- Métodos biológicos – Emprego de microrganismos que provocam a biodegradação da toxina.
- Adsorventes (argilas) – Uso de partículas em que as micotoxinas ficam aderidas à superfície. Essas substâncias são regulamentadas para uso em rações para animais.

482

Quais são os principais métodos para quantificar micotoxinas em lotes de trigo?



As técnicas cromatográficas e imunoenzimáticas são as mais utilizadas na separação e detecção de micotoxinas. O método baseado em cromatografia é multitoxinas, sensível e preciso. Dentre os métodos rápidos e mais econômicos, destacam-se os kits de detecção rápida, como Elisa e tiras imunológicas, que se baseiam na interação anticorpos e antígenos.

Também está sendo estudada a viabilidade do uso de técnicas não invasivas como espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS), associada a imagens hiperspectrais, que não necessitam de preparo de amostra, são rápidos e possibilitam análises menos onerosas.

483

Quais são os impactos econômicos das micotoxinas na produção de trigo?

- Redução da produtividade – Depende da fase de ocorrência da giberela no campo; por exemplo, quando ocorre no

início da floração, pode comprometer a formação de grãos e ocasionar perda total na produção.

- Redução do valor comercial – Em decorrência do descarte de grãos com sintomas da doença (leves, chochos e deformados); e ao desconto no valor pago ao lote de trigo que, dependendo do nível de contaminação, não pode ser utilizado para consumo humano.
- Redução do índice de eficiência produtiva em animais – Decorrente da rejeição e do consumo de alimentos, aos distúrbios gastrointestinais, perda de peso e mortalidade.
- Custos com saúde humana – Gastos relativos aos custos com tratamento de doenças crônicas, relacionadas com o consumo de alimentos contaminados com micotoxinas.
- Custos com monitoramento e controle – Incluem o financiamento de pesquisas para melhoramento genético, métodos para amostragem e quantificação, além de outras estratégias para minimizar a contaminação nos alimentos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011**. Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Brasília, DF: Anvisa, 2011.

INMETRO (Brasil). **Portaria nº 443, de 23 de novembro de 2011**. Aprova a revisão dos requisitos de avaliação da conformidade para produção integrada agropecuária – PI Brasil. [Rio de Janeiro, 2011]. 24 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001761.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 22005: 2007: traceability in the feed and food chain - general principles and basic requirements for system design and implementation**. 2007. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=36297>. Acesso em: 22 out. 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 22000: 2005: food safety management**. 2005. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso22000.htm>>. Acesso em: 22 out. 2014.

16 Aspectos Comerciais e Econômicos do Trigo



Claudia De Mori

484 Quais são os principais destinos no consumo do trigo?

O trigo apresenta amplo uso na alimentação humana (pães, biscoitos, tortas, bolos, massas, cereais matinais, dentre outros usos), mas também é empregado em produtos não alimentícios (misturas adesivas e colas, fármacos, cosméticos, álcool, etc.), bem como na alimentação animal, na forma de forragem (pastejo direto), ou uso de grão ou farelo de trigo na composição de ração ou na alimentação direta.

A maior demanda desse cereal destina-se à alimentação humana e representa, aproximadamente, 80% do consumo mundial total. No entanto, o perfil de consumo diferencia-se por país, condicionado pela potencialidade regional de oferta de alternativas para alimentação animal e tradições produtivas.

Em alguns países, o aproveitamento do trigo na alimentação animal e as perdas representam mais de 40% do total consumido.

485 Qual é o consumo per capita de trigo?

Segundo dados da FAO, no período de 2009 a 2011, o consumo mundial foi de 65,7 kg/habitante/ano. O Azerbaijão (212,9 kg/habitante/ano) e a Tunísia (204,2 kg/habitante/ano) foram os países com maior registro de consumo por habitante.

No Brasil, o consumo registrado em 2009 a 2011 foi de 52,3 kg/habitante/ano e, em 2013, esse consumo foi estimado em 56,3 kg/habitante/ano.

486 Qual é a importância do trigo entre as grandes explorações agrícolas mundiais?

O trigo ocupa mais de 17% da terra cultivável no mundo e representa, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos. É o segundo grão mais produzido no mundo, logo após o milho.

Com área média cultivada de 219,0 milhões de hectares, a produção anual média desse cereal, no período de 2011 a 2013, foi de 694,4 milhões de toneladas. Nesse período, o consumo mundial médio foi de 690,6 milhões de toneladas por ano.

487 Quais são os principais países produtores de trigo?

No período de 2009 a 2013, os principais países produtores de trigo no mundo foram: China (17,3%), Índia (12,8%), Estados Unidos (8,7%) e Rússia (7,3%).

Os países da União Europeia (28) responderam por 20,3% da produção mundial nesse período.

Quanto ao consumo, os maiores países consumidores foram: China (18,0%), Índia (12,3%), Rússia (5,1%) e Estados Unidos (5,1%).

Esses países, agregados à União Europeia (28), consumiram 58,2% da demanda mundial e produziram 66,4% da oferta global de trigo, no período mencionado. O Brasil, com um consumo aproximado de 11 milhões de toneladas ao ano, respondeu por 1,6% da demanda global, no período de 2011 a 2013.



488 Qual é o volume de trigo mundialmente comercializado?

A quantidade de trigo comercializada no mercado internacional é de, aproximadamente, 145 milhões de toneladas ao ano e representa de 18% a 22% do total produzido. Dentre os cereais, o trigo foi o grão de maior comercialização entre países, representando 46,4% do total da quantidade transacionada de cereais entre 2009 e 2013.

489 Quais são os principais países exportadores de trigo?

Nos últimos 5 anos (de 2009 a 2013), os principais exportadores mundiais de trigo foram: Estados Unidos (20,1%), União

Europeia (15,9%), Austrália (13,2%), Canadá (13,0%), Rússia (10,1%), Cazaquistão (5,4%), Ucrânia (4,9%) e Argentina (4,5%).

Juntos, esses países totalizaram mais de 85% do mercado mundial, o que configura elevado grau de concentração da exportação do cereal.

490 Quais são os principais países importadores de trigo?

Do lado da importação, o Egito e o Brasil configuram-se como os maiores importadores mundiais desse cereal. No período de 2009 a 2013, os maiores importadores de trigo foram: Egito (7,2% da quantidade mundial importada), Brasil (5,0%), Indonésia (4,6%), Argélia (4,5%), Japão (4,3%) e União Europeia, (3,7%).

491 Qual é a produção de trigo do Brasil?

No Brasil, nos últimos 10 anos, de 2004 a 2013, a área semeada de trigo tem oscilado entre 1,7 e 2,8 milhões de hectares. Nesse período, a produção nacional variou de 2,2 a 5,9 milhões de toneladas. Entre 2009 e 2013, a média anual foi de 5,3 milhões de toneladas de trigo colhidas e de 2,2 milhões de hectares semeados no País.

492 Quais são as maiores regiões produtoras de trigo no Brasil?

No Brasil, a produção nacional de trigo sempre esteve concentrada na região Sul, que responde por mais de 90,0% da produção brasileira. Entre 2009 e 2013, o Paraná representou 46,3% da quantidade total colhida de trigo no País e o Rio Grande do Sul totalizou 43,6% do total da produção.

No período de 2010 a 2012, houve registro de produção de trigo em 938 municípios (17% do total de municípios brasileiros) e 86 municípios responderam por 50% da produção nacional desse cereal.

493

Quais são os principais municípios produtores de trigo no Brasil?

No período de 2009 de 2013, os dez principais municípios produtores de trigo (que representaram 12,6% da produção nacional) foram:

- Tibagi, PR.
- São Luiz Gonzaga, RS.
- Castro, PR.
- Palmeira das Missões, RS.
- Giruá, RS.
- Tupanciretã, RS.
- Muitos Capões, RS.
- Guarapuava, PR.
- São Miguel das Missões, RS.
- Mamborê, PR.

494

Como está estruturado o Complexo Agroindustrial do Trigo (CAI Trigo), no Brasil?

Compreende o conjunto de unidades que executam diferentes processos de produção e comercialização e possibilitam que o trigo grão chegue aos consumidores na forma de seus derivados (Figura 1).

O CAI Trigo é formado por:

- Indústrias e prestadores de serviços de apoio (indústria de máquinas e implementos, indústrias e revendas de insumos, empresas produtoras de sementes, oficinas, etc.).
- Propriedades agrícolas de produção de trigo.
- Indústrias de primeira transformação (moinhos).
- Indústrias de segunda transformação (pastifícios, indústrias de produção de biscoitos/bolachas, padarias, etc.).
- Indústrias de terceira transformação (indústrias de pratos prontos para o consumo ou conveniência, empresas de comidas congeladas, etc.).

- Empresas de comércio atacadistas e varejistas (mercados, super e hipermercados, lojas de conveniência, etc.).
- Consumidores finais.

Existem, também, organizações que não participam, diretamente, do processo produtivo, mas participam do sistema, que são as instituições de pesquisa, a assistência técnica, as agências bancárias, etc.

Estima-se que, no Brasil, mais de 30 mil propriedades cultivem trigo e que existam 220 unidades de moagem desse cereal, mais de 60,0 mil panificadoras, em torno de 2 mil estabelecimentos de fabricação de massas e 1.500 de fabricação de biscoitos/bolachas. Todas essas empresas fazem parte do CAI Trigo.

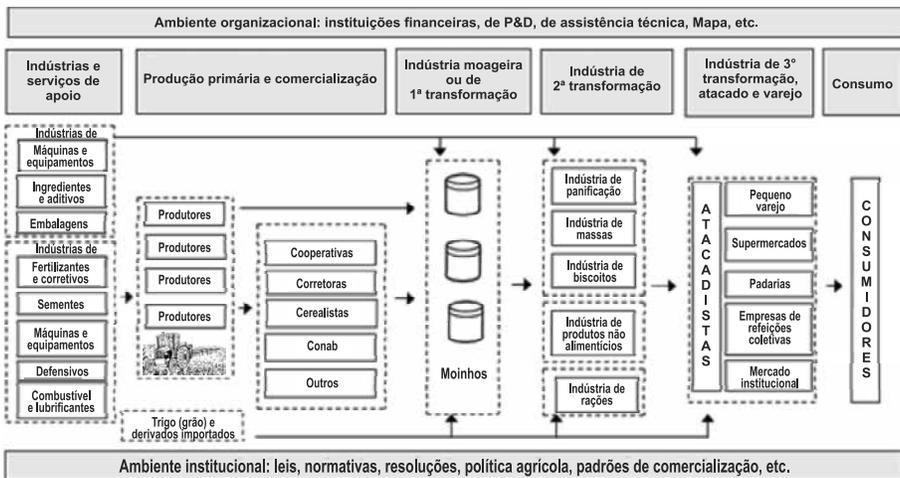


Figura 1. Interdependência entre os diferentes integrantes do processo produtivo.

495 Quais são os fatores que afetam o preço do trigo?

O trigo é considerado uma *commodity*, palavra inglesa usada para se referir a produtos de origem primária, em estado bruto ou com pequena industrialização, que não apresentam diferenciação (por exemplo: soja, milho, carne, ouro, minério de ferro, petróleo, entre outros). Esses produtos podem ser armazenados por determinado

tempo, sem perda significativa de qualidade e são comercializados em grandes quantidades mediante contratos padronizados em bolsas de mercadoria.

Uma característica desse tipo de produto (*commodity*) é que seu preço é determinado em função do mercado global, ou seja, em função da oferta e da demanda no mercado externo e dos estoques de 1 ano para outro. Aspectos como frustrações de safra, decorrentes de condições climáticas adversas, e preços de produtos associados (como o milho no caso do trigo, já que o trigo é usado na alimentação animal), influenciam, diretamente, esse mercado.

O Brasil é um tomador de preços, e a formação de preços internos é balizada pelos preços internacionais registrados nas bolsas, em especial as de Chicago (Estados Unidos) e de Rosário (Argentina) e pela disponibilidade de produtos nos países vizinhos (Argentina, Uruguai e Paraguai). Por isso, a relação cambial (dólar/real) também tem influência direta na formação de preço.

Aspectos relacionados à época do ano (safra e entressafra) e à qualidade do cereal também condicionam a definição de preço. Com relação aos aspectos de qualidade, observam-se diferenciações em relação ao perfil de inocuidade (existência de contaminantes biológicos e físicos), e de perfil do produto em relação ao seu uso final. Na Argentina, por exemplo, o trigo é classificado em: trigo *pan* (duro e semiduro), trigo *fideo* (*Triticum durum*) e trigo *forrajero*.

Já nos Estados Unidos, considerando-se os teores de proteína e a dureza de grão, o trigo é classificado em: *durum*, *hard red spring*, *hard red winter*, *soft red winter*, *hard White*, *soft White*, *unclassified* e *mixed*.

No Brasil, a Instrução Normativa nº 38, denominada *Regulamento Técnico do Trigo*, classifica os grupos, classes (melhorador, pão, doméstico, básico e outros usos) e tipos (1, 2 e 3) de trigo. Essas classes apresentam preços diferenciados.

496 Como é regulamentada a comercialização do trigo?

Entre as décadas de 1960 e 1990, a comercialização do trigo era de responsabilidade do governo federal, por um sistema de

cotas. A Lei 8.096, de 21 de novembro de 1990, acabou com o monopólio da União na compra e venda de trigo. Atualmente, a comercialização é de ordem privada, e a Instrução Normativa Mapa nº 38, ou *Regulamento Técnico do Trigo*, estabelece padrões de produto para disciplinar a comercialização privada desse cereal.

Buscando garantir o abastecimento e atenuar as oscilações de preço, o trigo faz parte da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) do governo federal, criada em 1966. Por meio de instrumentos como as Aquisições do Governo Federal (AGF), Prêmio de escoamento de Produto (PEP), Valor para Escoamento do Produto (VEP) e outros mecanismos, o governo federal atua comprando o excedente de trigo, vendendo os estoques, financiando a estocagem, promovendo o escoamento da produção de regiões produtoras para regiões com produção deficitária e equacionando os preços, etc., sempre que o preço de mercado se situa abaixo ou muito acima do preço mínimo ou em situações em que haja necessidades de garantir o abastecimento e a comercialização em lugares específicos. Assim, os preços mínimos são definidos, anualmente, e especificados por classe e tipo.

497 A cultura de trigo conta com seguro agrícola?

Para reduzir os riscos de perda econômica, o produtor pode optar pela contratação de seguro agrícola e, principalmente, com respeito às indicações técnicas de época de semeadura para cada região (Zoneamento Agrícola de Risco Climático – Zarc). Para a cultura do trigo, a obtenção de seguro está abrigada:

- No Programa de Garantia de Atividade Agropecuária (Proagro).
- No Seguro da Agricultura Familiar (Seaf), mais conhecido por Proagro Mais.
- No Programa de Subvenção do Seguro Agrícola, operacionalizado por empresas seguradoras credenciadas pelo Mapa.

No Proagro, por meio do pagamento de um adicional (que varia de 1% a 3% do valor) quando adquire o crédito, o produtor fica

isento de pagar as obrigações financeiras em caso de prejuízos por adversidades climáticas, caso tais fenômenos aconteçam na lavoura financiada. O Proagro Mais é destinado a atender aos pequenos produtores vinculados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

Por meio do Programa de Subvenção do Seguro Agrícola, 70% do prêmio do seguro (valor pago pelo seguro) é pago (subvencionado) pelo governo federal, diretamente à seguradora. Assim, o produtor paga os 30% restantes do valor do prêmio. Os produtores de trigo do Paraná, do Estado de São Paulo, de Minas Gerais e de Santa Catarina também contam com a ajuda do governo estadual, na parcela restante do prêmio (30% que o produtor paga), geralmente cobrindo metade da parcela restante (15%) ou mais. Por exemplo, no Paraná, produtores de trigo, ao contratarem o seguro agrícola, 70% do valor do prêmio são pagos pelo governo federal, 15% pelo governo estadual, e o produtor paga os 15% restantes, ou seja, tendo um prêmio no valor de R\$ 90,00/ha, o governo federal pagará R\$ 63,00, o governo estadual cobrirá R\$ 13,50, e o produtor desembolsará R\$ 13,50.

O Zarc é específico para cada região/estado e divulgado pelo Mapa (BRASIL, 2015), em portarias no Diário Oficial. Na cultura do trigo, o Zarc existe nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal.

498

Quais são os itens que mais oneram o custo de produção de trigo?

Os custos de produção variam conforme o nível de tecnologia empregada pelo produtor e pelas condições locais de preço dos insumos. Um estudo conduzido pela Embrapa identificou 36 diferentes sistemas de cultivos (ou seja, cultivos de trigo empregando diferentes preceitos ou modelos técnicos), e os custos operacionais de produção apresentaram variações de até 85%, entre locais.

Em termos de itens de maior importância, os fertilizantes de base e cobertura e a semente são os itens de maior participação na composição dos custos. No entanto, há diferenças entre regiões e nível tecnológico/tipo de tricultor. Por exemplo, o percentual de participação da semente pode variar entre 10% e 30%.

499

Quais são os passos para uma boa gestão do cultivo de trigo?

Três ações são fundamentais:

Ação 1 – Definir o mercado-foco e metas, bem como considerar as alternativas de diversificação e de agregação de valor. No caso do trigo, cada tipo de produto final depende de determinado perfil de matéria-prima. A maior demanda do mercado brasileiro é trigo para produção de pão (mais que 50% do mercado). Há demandas específicas para outros perfis de trigo (como os usados para produção de biscoitos doces e salgados), mas, nesses casos, é importante que haja algum tipo de contrato.

A produção de grãos e sua segregação, seguindo os princípios de identidade de manejo integrado, podem garantir liquidez ao produto e, às vezes, valor adicional. Também a opção de integração do cultivo do trigo – com atividade pecuária – por meio do uso de trigos de duplo propósito (pastoreio e grão) tem garantido renda e oferta de forragem em período crítico, sendo uma opção interessante para a região Sul do País.

Ação 2 – Identificar a tecnologia operacional adequada para o seu sistema produtivo. Esse é um aspecto essencial para aliar eficiência, redução de custos, respeito à capacidade de suporte dos recursos naturais e redução de impactos ambientais. Para se obter sucesso, um conjunto de práticas e técnicas deve ser observado, tais como:

- Adoção de sistema plantio direto.
- Escolha de cultivares adequadas à região e/ou ao uso final.
- Dimensionamento adequado entre área diária de semeadura e capacidade diária de colheita.

- Respeito ao zoneamento evitando-se problemas climáticos.
- Escalonamento da produção usando-se cultivares com diferentes ciclos e diversas épocas de semeadura.
- Uso de densidade de semeadura considerando condições edafoclimáticas locais.
- Execução do teste de germinação.
- Correta regulagem dos equipamentos para semeadura.
- Tratamento de sementes.
- Adubação segundo análise de solo, potencial de rendimento e sistema de produção como um todo.
- Fórmulas de fertilizantes adequadas para a planta de trigo.
- Controle de plantas daninhas quando ainda em baixa densidade e no início do ciclo.
- Aplicação de adubação nitrogenada na época adequada.
- Manejo integrado de pragas e doenças.
- Uso de sistema de alerta para manejo de doenças, dentre outras técnicas.

Ação 3 – Efetuar gestão de custos e acompanhamento de preços. Acompanhar os gastos da lavoura e elaborar os custos de produção é uma ação importante para auxiliar no planejamento da lavoura e na tomada de decisão da venda do produto. Com base nos custos e no constante monitoramento de preço do trigo, é possível traçar a estratégia de comercialização. Preços que permitam lucro acima de 10% é um parâmetro aconselhável para venda de grãos (trigo, soja, milho, etc.). Acompanhar o preço dos insumos também é um importante instrumento para fazer boas compras.

500

Como criar políticas públicas que viabilizem o escoamento da safra gaúcha?

Vale lembrar que políticas públicas podem ser formuladas e executadas nas escalas federal, estadual e municipal e que, na maioria das vezes, elas são originadas pela demanda dos setores da sociedade. Portanto, a organização do setor, deixando claro quais são suas demandas e pontuando o que deseja dos governos

municipal, estadual e federal, é um grande passo na resolução do problema.

O Rio Grande do Sul tem uma produção de trigo maior que sua própria demanda e parte da produção deve ser destinada a outros estados ou exportada para outros países. Três pilares básicos são necessários para atenuar os problemas de oferta excedente nesse estado:

- Ampliação da capacidade de armazenagem com possibilidade de segregação.
- Melhoria e barateamento do transporte.
- Ampliação de industrialização da matéria-prima.

No caso das restrições logísticas relacionadas ao transporte, são necessárias mudanças na estrutura e no funcionamento de transporte marítimo, e isso envolve articulação junto aos poderes legislativo e executivo federal. No caso da logística de armazenagem, já existem alguns programas de crédito destinados à armazenagem, mas depende de alguns ajustes. Programas de apoio à industrialização e ao aumento de consumo regional e de exportação de produtos processados, com estímulo às chamadas cadeias integradas, também podem ser negociados na esfera estadual.

Referência

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zonamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

Literatura recomendada

CONAB (Brasil). Trigo Brasil: série histórica de área plantada, produtividade e produção. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_15_17_45_53_trigoseriehist.xls>. Acesso em 10. set 2014.

ESTADOS UNIDOS. USDA. **Databases:** production, supply and distribution online. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

FAO. Faostat. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 11 set. 2014.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=10&i=P&c=1612>>. Acesso em: 12 set. 2014.



Por sua qualidade, pela quantidade de proteínas nele contida e pela variedade de produtos dele derivados, o trigo é de grande relevância na alimentação humana. No campo, o cereal é importante na composição de sistemas de produção agrícola sustentáveis, sendo alternativa indispensável para sucessão e rotação em sistemas de produção agrícolas em algumas regiões, ao contribuir na manutenção da capacidade produtiva do solo e no manejo integrado de pragas, de doenças e de invasoras.

O desenvolvimento de cultivares e de técnicas de manejo adequadas à realidade brasileira permitiu que o rendimento médio avançasse consideravelmente da década de 1960 para os dias atuais, fazendo com que esta cultura se configurasse como relevante para a economia do país e se tornasse fonte de interesse para agricultores e pesquisadores.

Em linguagem conceitual simples, esta publicação responde a 500 perguntas relacionadas aos mais diversos temas (melhoramento genético, manejo de solo, adubação, cultivares, doenças, pragas, qualidade tecnológica, dentre outros) referentes à cultura do trigo no Brasil, compondo as bases que permitiram os avanços alcançados por este cereal.

Este é mais um título da Coleção 500 perguntas – 500 Respostas e uma fonte de consulta prática, com informações que ampliarão o conhecimento sobre o cultivo de trigo no País e certamente auxiliarão na garantia de bom rendimento e qualidade, compatíveis com os princípios da agricultura sustentável.

