

4

Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo

João Leonardo Fernandes Pires

Gilberto Rocca da Cunha

Genei Antonio Dalmago

Aldemir Pasinato

Anderson Santi

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Henrique Pereira dos Santos

Antônio Luis Santi

Introdução

Em trigo, assim como na maioria das espécies cultivadas, a obtenção de grandes incrementos em rendimento de grãos é cada vez mais difícil, tanto pela adoção de novas tecnologias (genética e práticas de manejo) quanto pela melhoria das condições ambientais. A elevação do patamar de rendimento de grãos em escala de lavoura depende, acima de tudo, do entendimento dos fatores de manejo da cultura e do ambiente que são determinantes do potencial de rendimento de grãos. Isso torna factível o alcance de pequenos ganhos (ou a redução de perdas) em vários processos/ insumos, manejados antes, durante e depois de cada safra, os quais, quando somados, representam maiores chances de sucesso em termos de desempenho produtivo da cultura. Conhecimentos científico e tecnológico, gerados e validados para a realização dessas operações, inegavelmente existem. No entanto, alguns conceitos básicos

de manejo (que, muitas vezes, não necessitam nem mesmo de gasto adicional pelo produtor) são esquecidos ou colocados em segundo plano. Não raro, soluções miraculosas e/ou pontuais são alçadas a um grau de importância muito grande, com resultados nem sempre satisfatórios em termos de retorno econômico e respeito ao ambiente. Em trigo, e nos sistemas de produção que envolvem esse cereal, é necessária a adoção de uma visão sistêmica de manejo, com aplicação de práticas sustentáveis de manejo, e seguindo, por exemplo, padrões de produção integrada (TIBOLA; FERNANDES, 2009; TIBOLA et al., 2009), em que o sucesso (representado pela sustentabilidade da cultura e do sistema no qual está inserida) depende do conjunto de decisões apropriadas para cada situação e da aplicação de tecnologias realmente necessárias e validadas localmente. A adoção de “práticas sustentáveis de manejo dos cultivos”, do enfoque de “fatores promotores do rendimento de grãos” e da visão de “sustentabilidade da

cultura/sistema” é, inquestionavelmente, fundamental para a produção competitiva de trigo, tanto no Brasil quanto em qualquer país do mundo (Figura 1).

Em meio às discussões que ocorrem, anualmente, sobre os riscos e a viabilidade técnica e econômica da triticultura brasileira, uma parcela dos produtores tem o trigo como cultura incorporada em seus sistemas produtivos, de forma estável e sustentável, o que demonstra que a cultura é viável, desde que inserida como parte integrante de um sistema produtivo diversificado e com planejamento adequado para cada realidade de produção. Muitos produtores encontraram esse caminho e, hoje, são tradicionais cultivadores de trigo, independentemente das prolapadas restrições de ambiente e da instabilidade na comercialização. Algumas regiões do país destacam-se nesse sentido, mantendo a área de trigo ao longo dos anos, apesar de algumas flutuações (Figura 2).

Além de componente importante de sistemas de produção que envolvem outras espécies vegetais ou animais, em sistemas integrados, caso da integração lavoura pecuária e floresta (iLPF) ou não, o trigo é, estrategicamente, relevante para o Brasil. A consolidação de uma triticultura competitiva no País, seja para o alcance da autossuficiência na produção desse cereal, seja para a exportação de excedentes, passa pela análise dos benefícios da triticultura para a economia nacional (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009):

- uso mais racional e eficiente da infraestrutura nas propriedades rurais;
- redução no custo total de produção da safra de verão (6,1% a 8,4%, na cultura de milho, e 9,1% a 12,2%, na cultura de soja, segundo estimativas da OCEPAR no Paraná);
- uso racional e eficiente do solo (sistema plantio direto – menor erosão e proliferação de plantas daninhas);



Figura 1. Representação esquemática de fatores “promotores” e “protetores” do rendimento de grãos em trigo.

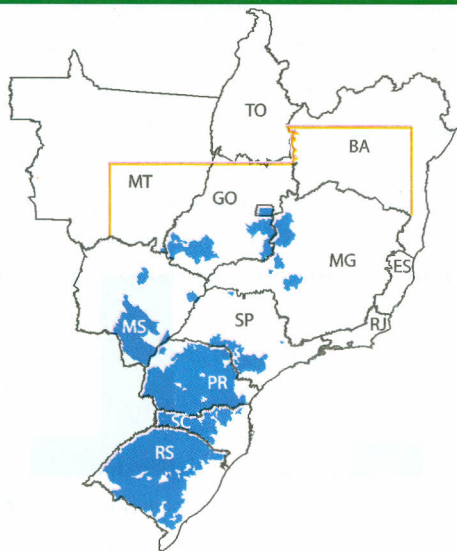


Figura 2. Regiões brasileiras que tradicionalmente cultivam trigo.

Fonte: Adaptada de IBGE (2010).

- envolvimento de mais de 150.000 produtores, geração de 160.000 empregos diretos e 900.000 empregos indiretos;
- ganhos com maior circulação de renda: insumos, bens de capital, industrialização, armazenagem, transporte e outros serviços; e
- economia de divisas com importações: média de 1999/2008 de US\$ 1,06 bilhões por ano, tendo alcançado, em 2008, a cifra de US\$ 2,17 bilhões.

Além disso, a área disponível para expansão do cultivo de trigo, no Brasil, é de monta considerável. Somente no Sul do País, principal região produtora, a disparidade da área agricultável utilizada com culturas de grãos no verão e no inverno é grande (Figura 3). Em 2009, nessa região, a área ocupada pela cultura foi de 2,35 milhões de hectares. Estima-se que a área disponível seja, aproximadamente, de 5,8 milhões de hectares, e a área potencial para o cultivo do trigo, de 15,2 milhões de hectares (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009).

Este capítulo trata de alguns aspectos importantes para o sucesso da produção de trigo no Brasil, seguindo-se o enfoque de sistemas de produção. As informações são embasadas em referências de pesquisa consolidada. Detalhes complementares sobre o tema podem ser obtidos nas “Informações Técnicas”, disponibilizadas anualmente para a cultura de trigo (REUNIÃO..., 2010) e no “Sistema de Produção de Trigo” (CULTIVO..., 2009). Alguns dos tópicos aqui apresentados, em razão de especificidades, são complementados, com maior detalhamento analítico, em outros capítulos deste livro.

O que é possível manejar

São 52 os fatores identificados como responsáveis pela definição do crescimento e do desenvolvimento das culturas agrícolas. Na prática, os produtores têm a capacidade de controle sobre 45 deles. Para a obtenção de rendimentos de grãos elevados, esses 45 fatores devem estar em níveis apropriados, e suas interações devem ter efeitos positivos. Entre os sete fatores não manejáveis pelos produtores, estão: temperatura (do ar e do solo), radiação solar, precipitação pluvial, dióxido de carbono e altitude (TISDALE et al., 1985). Não obstante, o manejo correto dos fatores controláveis pode ter efeito indireto sobre as características incontroláveis, como, por exemplo, via utilização do sistema plantio direto, da rotação/sucessão de culturas, da suplementação hídrica, da escolha da cultivar mais adequada para cada sistema de produção, da adição de compostos orgânicos ao solo, da semeadura na época que minimize os riscos de perda por estresses, entre outros.

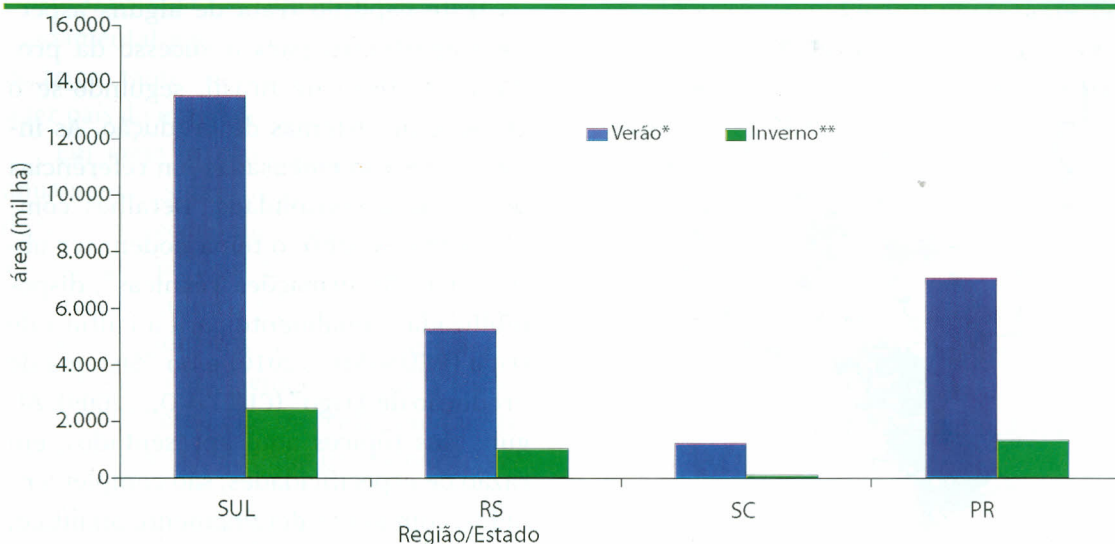


Figura 3. Área colhida (1.000 ha) com culturas de grãos de sequeiro no verão e no inverno na região Sul do Brasil e por estado componente da região. *Feijão, milho, soja e sorgo; **Aveia (grão), centeio, cevada, trigo e triticale.

Fonte: Adaptada de IBGE (2010).

No mundo, o rendimento de grãos de trigo insere-se numa ampla faixa de variação, desde 1.000 kg/ha, sob condições de estresse hídrico (MORRIS et al., 1991), até 17.000 kg/ha em ambientes extremamente favoráveis em parcelas experimentais no Sul do Chile (HEWSTONE, 1998). No Brasil, atualmente, há disponibilidade de cultivares de trigo com potencial de rendimento de grãos elevado e que já atingem de 6.000 kg/ha a 7.000 kg/ha (100 a 117 sacas/ha), no Sul, e chegam a valores superiores a 8.000 kg/ha (133 sacas/ha) na região Central, em condições de cultivo irrigado. Assim, é biologicamente possível a obtenção de rendimento de grãos superiores a 100 sacas/ha em determinadas condições. Diante disso, então, surge a pergunta: por que é tão difícil a expressão desse potencial em áreas de lavoura? Para ajudar a responder a tal questão, é fundamental ter-se em mente que o rendimento de grãos é o produto final de uma série de interações que ocorrem durante o ciclo da cultu-

ra e que envolve não apenas o potencial encerrado na carga genética da semente, mas também outros fatores que interagem para a expressão desse potencial genético. A disponibilidade de temperatura do ar e do solo, de água e de radiação solar; a nutrição mineral; a ocorrência de insetos-praga, de doenças e de plantas daninhas são todos fatores que influenciam no crescimento e no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, interferem no seu produto final de interesse econômico: os grãos. Qualquer um desses fatores, se estiver abaixo de um “ótimo”, estará limitando o rendimento de grãos, ainda que todos os demais fatores estejam em níveis adequados. Mas será possível obter mais de 100 sacas/ha de trigo fora do ambiente de pesquisa, no qual, na maior parte das vezes, a área da parcela é pequena e o manejo é intensivo? Essa questão vem sendo respondida por estudos de “Agricultura de Precisão”, que avaliam a variabilidade espacial e temporal do rendimento de grãos por meio de moni-

toramento de colheita. Nesses estudos, fica evidente que, mesmo em áreas maiores de lavoura, em certa porcentagem destas, ocorre rendimento de grãos elevado da ordem de 80 sacas/ha a 100 sacas/ha, ao passo que, em outra porcentagem, ocorre rendimento da ordem de 25 sacas/ha a 30 sacas/ha. Isso demonstra que, mesmo em áreas próximas, existe grande variabilidade no rendimento de grãos e que, em determinadas áreas, por suas características intrínsecas - como estrutura de solo, topografia e fertilidade - aliadas às práticas de manejo e material genético utilizado, é possível ocorrer interações positivas dos diferentes fatores de produção, levando à expressão máxima do potencial produtivo da área. Em outros locais, as limitações são tão fortes que, ainda que se apliquem insumos e manejo considerados de tecnologia avançada, o rendimento permanece baixo.

Outra questão importante que merece uma reflexão diz respeito à relação custo/benefício da tecnologia empregada e da “filosofia” de trabalho a ser utilizada quando se objetiva a obtenção de rendimento de grãos elevado. Deve-se dar preferência a práticas “promotoras do rendimento”, como época de semeadura indicada pelo Zoneamento Agrícola para cada região, espaçamento, população de plantas e nutrição das plantas na época e na dose indicadas para cada região e cultivar. Também é fundamental levar em consideração o crescimento e o desenvolvimento das plantas e não somente a idade cronológica (dias após a semeadura ou emergência) para aplicação de práticas culturais. A “proteção do rendimento” é outra etapa importante e, para isso, dispõe-se de tecnologia eficiente. No entanto, deve-se utilizá-la com base em monitoramento de insetos-praga, doenças e plantas daninhas e com respei-

to aos níveis de dano econômico para cada caso. Com relação a doenças, especial atenção deve ser dada à escolha da cultivar que tenha nível de resistência adequado para a doença mais limitante em cada região, associando-se a isso práticas de rotação/sucessão de culturas. Assim, rendimentos de grãos elevados podem ser obtidos realizando-se o “básico” corretamente e entendendo-se a variabilidade presente em cada propriedade/região ou de talhão para talhão de lavoura.

A flutuação das relações econômicas que ocorre em trigo, quer seja no custo de insumos ou no preço do produto, faz com que, a cada safra, sejam realizados ajustes no nível de investimento aplicado na lavoura. É muito comum a realização de cortes de insumos em razão da perspectiva de preço baixo do produto. Nessas situações, é importante levar em consideração os fatores/insumos negociáveis e não negociáveis, com a mesma “filosofia” de fatores promotores e protetores do rendimento de grãos, buscando fazer cortes em fatores com menor impacto (negociáveis) no rendimento de grãos, em benefício aos de maior impacto (não negociáveis). Por exemplo, o tratamento de sementes com inseticida pode ser negociável em razão da presença ou não de insetos-praga e da escolha de cultivares mais ou menos tolerantes a insetos-praga (como o complexo pulgões-BYDV). Ainda, de acordo com a situação, pode ser empregado um conjunto de “fatores poupadores de insumos” que, se bem ajustados, permitem a redução nos custos de produção, com pequena ou nenhuma redução no rendimento de grãos, o que mantém as chances de retorno financeiro com a cultura. Um exemplo disso é a escolha de uma cultivar mais rústica, que necessite, por exemplo, de menor dose de nitrogênio e menor

número de aplicações de fungicida. Nessa condição, apesar da perspectiva de menor rendimento de grãos, o custo menor desse sistema permite equilibrar a relação custo-benefício. Por outro lado, situação que não pode ser admitida é a priorização equivocada, como, por exemplo, a prática de redução na população de plantas e na quantidade de adubo, mas, paralelamente, mantendo três aplicações de fungicida na parte aérea (muitas vezes relatada por produtores quando buscam economia de insumos). Isso, ao invés de facilitar, dificulta e contraria qualquer lógica de busca de sucesso com a cultura. Nesse caso, o que ocorre é a construção de uma lavoura de baixo potencial produtivo (representada pelo menor uso de sementes e adubo) e a busca de “salvação” desse potencial com o uso desnecessário de fungicida.

Conhecer a cultura: crescimento e desenvolvimento do trigo

O conhecimento dos estádios críticos para definição do rendimento em trigo é fundamental para o manejo orientado para potenciais elevados. O rendimento de grãos de uma lavoura de trigo, matematicamente, pode ser obtido pelo produto entre o número de grãos por unidade de superfície e o valor médio da massa de um grão. Nesse particular, vários estudos (FISCHER, 1985; SAVIN; SLAFER, 1991) têm mostrado que o número de grãos por unidade de superfície é o componente dominante para explicar variações do rendimento de grãos. Outro aspecto elementar para o entendimento da formação do rendimento de grãos em trigo foi a identificação da existência de um período crítico, que se concentra num curto espaço de tempo que antecede à antese (FISCHER, 1985) mais propriamente

no subperíodo delimitado pelos estádios de início de formação da espiguetta terminal e da antese. O período crítico para definição do rendimento em trigo (espiguetta terminal-antese) caracteriza-se como a etapa de crescimento da espiga no interior do colmo (pré-espigamento).

Em lavouras, o começo desse importante subperíodo quase que, invariavelmente, coincide com o início da alongação dos colmos, na ocasião em que há a elevação do ponto de crescimento acima da superfície do solo. Cabe destacar, também, que a maior parte dos avanços obtidos no aumento do rendimento potencial de trigo no mundo, via programas de melhoramento genético, foram alcançados graças às mudanças ocorridas nessa etapa de crescimento da espiga, principalmente envolvendo modificações no padrão de partição de assimilados fotossintéticos, com maior direcionamento para as espigas (SLAFER et al., 2001). As cultivares de trigo utilizam estratégias diferentes para a composição do rendimento de grãos. Em seu conjunto, destacam-se os mecanismos compensatórios entre os componentes do rendimento de grãos. Algumas cultivares baseiam o rendimento de grãos na eficiência de afilhamento; outras, no índice de fertilidade da espiga; outras, no número de afilhos por planta e na massa do grão; outras, no número de afilhos por planta, índice de fertilidade da espiga e da massa do grão; e outras, ainda, no número de afilhos por planta e na eficiência do afilhamento.

Na Figura 4, encontram-se a escala de crescimento e desenvolvimento de trigo e os respectivos eventos que definem os componentes do rendimento e, por consequência, o rendimento final de grãos, ao longo das fases do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Em termos gerais, da sementeira à colheita, o ciclo do trigo pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos. Em cada uma das fases, estádios específicos determinam aconte-

cimentos importantes na formação do rendimento de grãos, sob o ponto de vista tanto da quantidade quanto das características de qualidade tecnológica (classificação comercial dos grãos). Na sequência, com base em

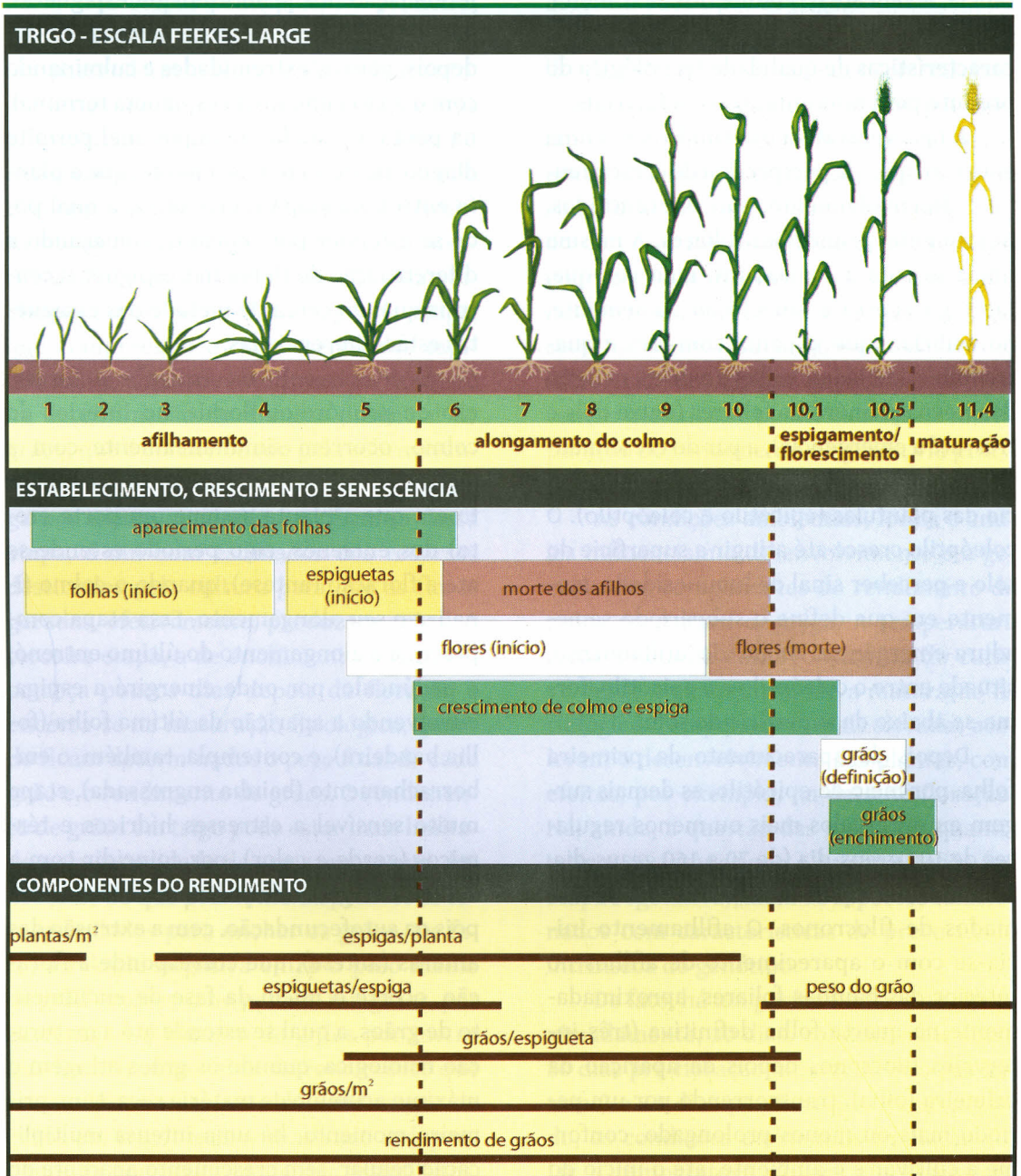


Figura 4. Escala Feekes-Large de crescimento e desenvolvimento de trigo (Large, 1954) e correspondente formação dos componentes do rendimento de grãos.

Slafer e Rawson (1994) e Cunha et al. (2009), complementados por outros autores, será detalhadamente descrita, em termos de estádios críticos e influências ambientais, a formação da planta de trigo e dos componentes do rendimento que, em última instância, levam até o rendimento na colheita, em quantidade (kg/ha) e em expressão de características de qualidade tecnológica do produto para diferentes usos industriais.

A fase vegetativa é definida como uma etapa em que, da perspectiva de crescimento e desenvolvimento, são diferenciados, unicamente, primórdios foliares. A mesma inicia-se com a semeadura, uma vez que, tão logo ocorra a embebição da semente, no embrião, que já conta com três a quatro folhas iniciadas, começa a diferenciação dos novos primórdios foliares (entre dois e três, até a emergência), a par do crescimento dos órgãos responsáveis pela emergência das plântulas (epicótilo e coleótilo). O coleótilo cresce até atingir a superfície do solo e perceber sinal de luminosidade, momento em que define o subperíodo semeadura-emergência. O nó de afilhamento, situado entre o coleótilo e o epicótilo, forma-se abaixo da superfície do solo.

Depois do aparecimento da primeira folha, por meio do epicótilo, as demais surgem em intervalos mais ou menos regulares de 100 graus-dia (de 70 a 160 graus-dia, admitindo temperatura base de 0 °C), chamados de filocronos. O afilhamento inicia-se com o aparecimento de afilhos no interior das bainhas foliares, aproximadamente na quarta folha definitiva (três intervalos filocronos depois da aparição da primeira folha), transcorrendo por um período mais ou menos prolongado, conforme a cultivar e o ambiente, até o início do alongamento, quando a competição por recursos inibe a formação de novos afilhos de

ordem superior, havendo, inclusive, a morte de afilhos, numa ordem inversa ao seu aparecimento.

A fase vegetativa é encerrada com a iniciação floral, que marca o começo da fase reprodutiva, ocasião em que inicia a diferenciação dos primórdios de espiguetas, na porção central à espiga, estendendo-se, depois, para as extremidades e culminando com o aparecimento da espiguetas terminal, na ponta. O estádio de duplo-anel permite diagnosticar, inequivocamente, que a planta entrou na etapa reprodutiva, a qual pode se estender por semanas, começando a diferenciação de flores nas espiguetas centrais quando cerca de metade das espiguetas estão diferenciadas.

O crescimento da espiga e a formação de primórdios florais, no interior do colmo, ocorrem simultaneamente com a alongação e/ou encanamento (momento em que a planta assume um porte ereto) dos entrenós, cujo período estende-se até a floração (antese), quando o colmo finaliza o seu alongamento. Essa etapa compreende o alongamento do último entrenó, o pedúnculo, por onde emergirá a espiga, envolvendo a aparição da última folha (folha bandeira), e contempla, também, o emborrachamento (bainha engrossada), etapa muito sensível a estresses hídricos e térmicos (geada e calor), por coincidir com a meiose dos grãos de pólen. Poucos dias depois da autofecundação, com a extrusão das anteras (antese), que corresponde a floração, ocorre o início da fase de enchimento de grãos, a qual se estende até a maturação fisiológica, quando os grãos atingem o máximo acúmulo de matéria seca. Num primeiro momento, há uma intensa multiplicação celular, sem crescimento aparente do grão, com vistas à formação do endosperma. Depois, ocorre a etapa de enchimento efeti-

vo, com as fases grão leitoso, grão pastoso, grão duro e, finalmente, grão maduro. Nessa fase, a senescência foliar é acelerada.

No que se refere a rendimento de grãos, ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura de trigo, pode-se considerar três etapas principais. Na primeira, que se estende da emergência das plântulas, passando pelo período de afilhamento, até a metade do alongamento (dois a três nós visíveis), o evento mais importante é a expansão da área foliar da cultura, sendo desejável que, ao final dessa etapa, a cultura tenha área foliar suficiente para interceptar a maior parte da radiação solar incidente (mais de 90%). Na segunda etapa, que compreende o crescimento das espigas sem grãos, o evento principal consiste na determinação do número potencial de grãos, que é condicionado pela sobrevivência das flores geradas. O peso seco da espiga por metro quadrado, ao término dessa etapa, é um bom estimador dos recursos destinados pela cultura para que as flores geradas, efetivamente, produzam grãos. A terceira etapa, a de enchimento dos grãos, começa poucos dias depois da floração e encerra-se na maturação fisiológica, quando ficam determinados o peso final de cada grão e o rendimento de grãos. O rendimento de grãos em trigo pode estar mais limitado pela capacidade de armazenamento dos destinos do que pela fonte disponível de fotoassimilados para encher os grãos. De fato, a relação negativa entre o peso médio do grão (expresso no peso de mil grãos, por exemplo) e o número de grãos por metro quadrado (componente do rendimento que mais explica a variação de rendimento de grãos em trigo) tem se mostrado independente da competitividade por assimilados. Ainda, é nessa terceira etapa (enchimento de grãos) que se define a qualidade tecno-

lógica, a qual sofre forte influência de interações entre genótipo e ambiente (clima e manejo) sobre a relação gliadina/glutenina e sobre o tipo de amido formado, servindo para explicar por que certas regiões do mundo prestam-se melhor à produção de determinados tipos de trigo.

A partir de 1985, com base no trabalho do fisiologista australiano Tony Fischer, a variação no número de grãos por metro quadrado é explicada como consequência do acúmulo de fotoassimilados e de sua alocação durante um curto subperíodo de desenvolvimento da cultura do trigo, mais especificamente de poucas semanas imediatamente antes (e, talvez, uma semana depois) da ocorrência da antese (FISCHER, 1985). Nesse particular, há diferenças genéticas e possibilidades de manipulação do rendimento de grãos, via práticas de manejo.

As condições ambientais, locais e anuais influenciam o desenvolvimento e a geração dos componentes do rendimento de grãos na cultura de trigo. A temperatura afeta a taxa de desenvolvimento do cultivo desde a emergência até a maturação fisiológica. Temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento das plantas, com efeitos, por exemplo, na data de floração. Há, ainda, a questão das respostas quantitativas ao fotoperíodo e à vernalização (na etapa vegetativa), além de aspectos relacionados com características de precocidade intrínseca do genótipo.

De fato, há um período 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 do ar) são essenciais, pois determinam o número de afilhos que produzirão espigas (número de espigas por

unidade de área) e o número de primórdios florais que sobreviverão dentro de cada uma das espiguetas, estabelecendo-se o número de flores que, efetivamente, poderão produzir grãos. Do produto entre espigas por metro quadrado e grãos por espiga, define-se o número de grãos por unidade de área. A relação positiva entre o peso de espigas, na floração, e o número de flores férteis demonstra que a quantidade de recursos alojados na espiga é fundamental para se lograr um número elevado de grãos (maior peso das espigas, maior número de grãos). Nesse período crítico, condições desfavoráveis de ambiente, como ocorrência de geada e seca, por exemplo, terão reflexos negativos na definição do número de flores férteis, no momento da antese, e condições pouco favoráveis, nos 10 dias pós-floração, reduzirão a capacidade de estabelecimento dos grãos.

Durante o período crítico de crescimento das espigas, as limitações impostas pelo ambiente têm, geralmente, maiores efeitos sobre o rendimento de grãos do que as diferenças genéticas entre cultivares, via redução no número de grãos por metro quadrado. Desse fato decorre a importância de manejar-se o cultivo explorando a interação genótipo e ambiente, para que se conjuguem as melhores condições no período crítico. Para isso, devem ser consideradas a escolha da cultivar, a época de semeadura, a densidade de semeadura, a nutrição de plantas (adubação de base e em cobertura) e o controle de insetos-praga e doenças, preservando a área foliar fotossinteticamente ativa para interceptar a radiação solar.

Para se entender melhor como se forma o rendimento de grãos em trigo e aplicar corretamente as práticas de manejo da cultura, devem-se compreender os estádios de cres-

cimento e desenvolvimento da planta de trigo. A implementação de práticas de manejo, como adubação, controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, requer planejamento baseado mais no desenvolvimento do cultivo do que nas datas estabelecidas no calendário. Sabe-se que os estádios de desenvolvimento são afetados pelo ambiente em que se inserem o ano safra e a data de semeadura, pela cultivar, pelo histórico da área de cultivo, entre outros fatores. Apesar de muitos componentes do rendimento de grãos serem controlados geneticamente, uma mesma cultivar semeada em locais diferentes, é comum, apresentar respostas distintas, demonstrando o efeito do ambiente. De forma geral, as plantas (inclusive o trigo) têm momentos ótimos para responder à aplicação de insumos/práticas de manejo, mas quase não existem exceções no que diz respeito à sequência das distintas etapas do cultivo (GARCÍA, 1991).

Na Figura 5, são apresentadas, de maneira genérica, as principais ações de manejo indicadas em cada momento do ciclo da cultura de trigo.

Regionalização da cultura – conhecimento das potencialidades e limitações ambientais

O ambiente é definido como a agregação de todas as condições externas que influenciam a vida e o desenvolvimento de um organismo. No que se refere às plantas, destacam-se como os fatores mais importantes: temperatura do ar e do solo, disponibilidade hídrica, radiação solar, composição da atmosfera, estrutura do solo, composição do ar do solo, reações químicas do solo, fatores bióticos, suprimento de elementos minerais (nutrientes) e ausência de substâncias restritivas ao crescimento (TISDALE et al., 1985).

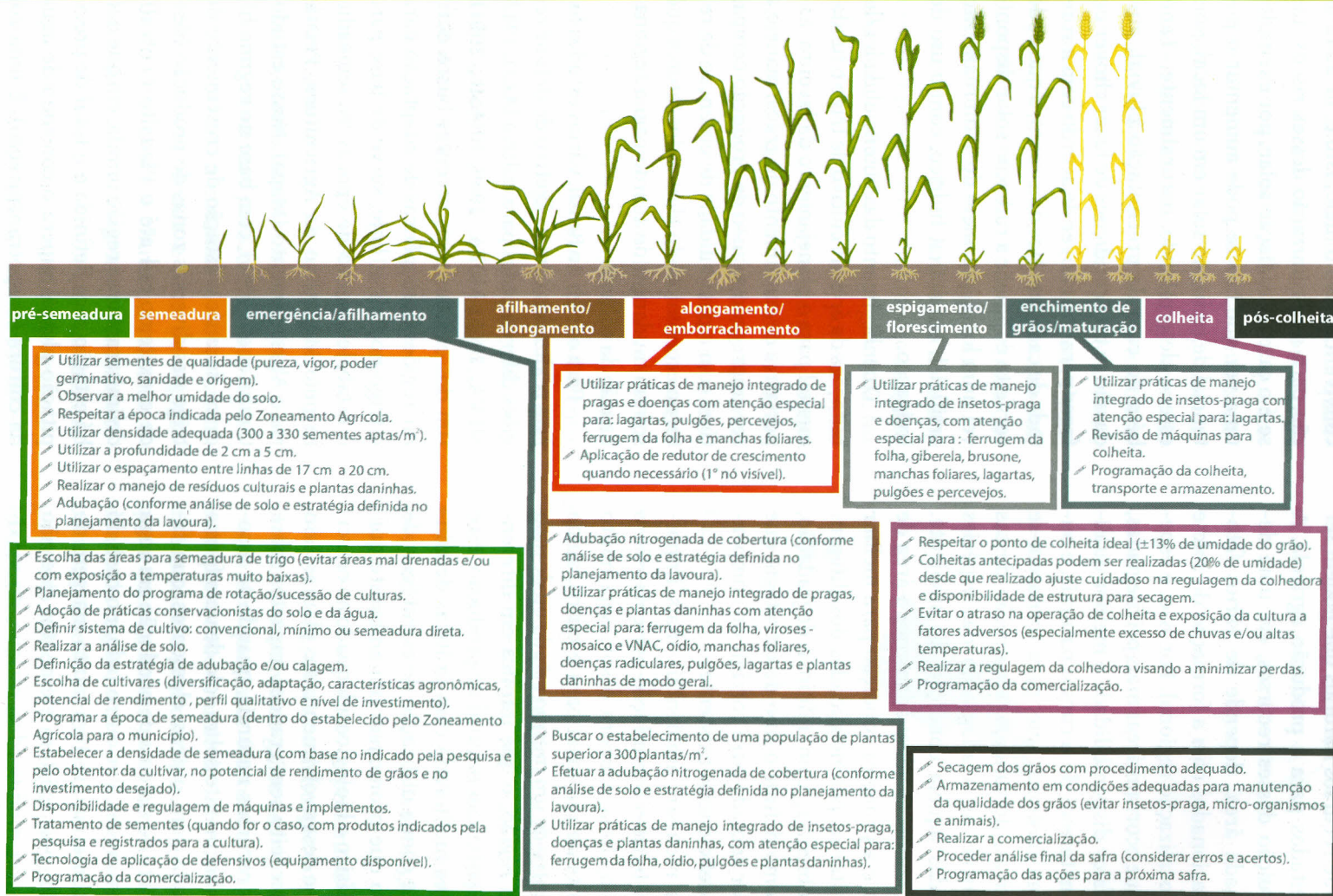


Figura 5. Representação genérica de práticas de manejo/planejamento da lavoura, utilizadas na pré-semeadura, durante o ciclo e na pós-colheita de trigo.

Fonte: Adaptada de Scheeren (1990).

O ambiente oferece condições diferenciadas de recursos naturais que podem ser aproveitados para a produção agrícola. A distribuição desses recursos, em uma determinada área, depende de vários fatores relacionados com a formação do solo e a sua localização regional. Por isso, é esperável que ocorram áreas mais privilegiadas, com maior disponibilidade e melhor qualidade em termos de recursos naturais, e outras com carências que, para tornarem-se produtivas, demandam a correção dessas deficiências ou a adaptação das espécies cultivadas àquela condição de ambiente. Assim, conhecer adequadamente a área de cultivo é a primeira condição para melhor aproveitar as potencialidades dos diferentes ambientes, com mínima degradação, bem como definir o tipo de estratégia que deve ser adotado para corrigir ou compensar as deficiências existentes.

Os recursos ambientais mais importantes, ligados à produção agrícola, são o solo e o clima. Embora o solo seja muito diferente de um local para o outro, ainda que dentro de um mesmo estado ou de uma mesma região, o que implica em diferenças no potencial natural de produção, este pode ser melhorado com práticas de adubação e com a utilização de estratégias de manejo que promovam um ambiente químico, físico e biológico adequado ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Isso pode ser feito sem grandes impactos sobre outros recursos naturais, quando se associa conhecimento sobre solo de uma forma integrada com outros elementos que fazem parte do sistema de produção em voga e/ou paisagem. Por outro lado, no caso do fator clima, não se tem muita margem de atuação, pois existem elementos que não podem ser modificados, ou que, no máximo, podem ser parcialmente manejados,

implicando em estabelecer estratégias de convivência com o meio, isto é, de adaptação para a minimização desses riscos. Esse é o caso da radiação solar, por exemplo, uma vez que não se pode aumentar o potencial de radiação solar em um local, pois este é determinado naturalmente. Também no caso da precipitação pluvial, ainda não se tem condições de fazer chover ou fazer parar de chover de acordo com a vontade de cada um. Nos dois casos, o que pode ser feito é reduzir a radiação solar disponível num local, por meio do sombreamento artificial, e o déficit hídrico, com o uso de irrigação.

O conhecimento das potencialidades/limitações da área de cultivo de trigo é fundamental para o planejamento da lavoura. Expectativa de rendimento de grãos, manejo a ser empregado e custo de produção compatível com a possibilidade de obtenção de retorno econômico são alguns dos fatores que sofrem mudanças de acordo com a regionalização da cultura.

Para o trigo no Brasil, vários estudos foram realizados com o objetivo de definir regiões diferenciadas para cultivo (AZZI, 1937; SILVA, 1966; MOTA, 1969; BRASIL, 2001). Um dos estudos mais recentes busca definir regiões homogêneas de adaptação para o trigo no País e, hoje, serve de base para o estabelecimento de épocas de semeadura pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Nesse estudo, Cunha et al. (2006), com base no regime hídrico durante a estação de crescimento de trigo nas diversas zonas de produção (desde o extremo Sul até o Planalto Central), delimitaram uma região úmida, em que não há estação seca definida e o total de precipitação pluvial supera o consumo de água da cultura (evapotranspiração). É uma zona ampla que vai do Rio Grande do Sul até

o Norte do Paraná, com, pelo menos, duas divisões que se fazem presentes quando se considera a sobreposição com o regime térmico: uma parte fria e outra, quente. A região “quente e moderadamente seca” (porém passível de cultivo de trigo sem irrigação) pode ser identificada no Norte do Paraná, Sul de São Paulo e em parte do território do Mato Grosso do Sul. Por último, há uma região “quente e seca”, envolvendo parte de São Paulo e Mato Grosso do Sul, além de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia (Figura 6).

A diferenciação de ambientes de maior ou menor potencial de rendimento de grãos para o trigo não deve ser negligenciada. No estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, essa diferenciação é bem evidente. A região Nordeste do estado (mais fria) é considerada como de maior potencial de rendimento de grãos, e esse vai sendo reduzido quando se desloca para Noroeste (mais quente). Analisando-se dados de 25 anos (1975 a 2000) de rendimento de grãos de trigo, observa-se que o incremento de rendimento médio de grãos obtido na lavoura foi superior na região Nordeste (representada pelo município de Vacaria), com 59 kg/ha/ano, do que na região Noroeste (representada por Santa Rosa), com 30 kg/ha/ano.

O trigo tem seu rendimento de grãos e, até mesmo, sua viabilidade econômica fortemente influenciados pelo clima. Segundo Mota (1989), os principais problemas climáticos para o trigo na região subtropical são a umidade do ar relativamente elevada, geadas e seca no espigamento, bem como a chuva na colheita. O clima não influencia apenas o rendimento físico da cultura de trigo, mas também as suas características de qualidade tecnológica. Esse fato tem sido destacado por diversos autores, como Bolling (1974), Linhares

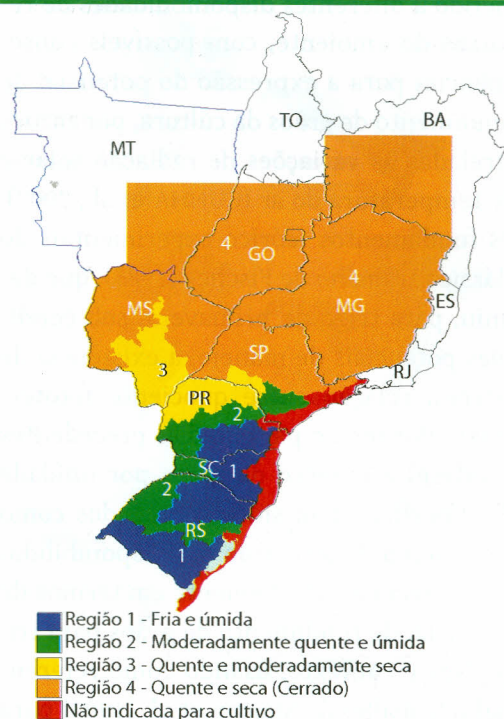


Figura 6. Regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo no Brasil.

Fonte: Cunha et al. (2006); Brasil (2008).

e Nedel (1989), Pert (1991) e Guarienti (1996), entre outros, chegando-se à conclusão de que o clima pode definir áreas para a produção de trigo com diferentes níveis de probabilidade de obtenção de determinados padrões de qualidade tecnológica para uso industrial do grão.

Um dos exemplos representativos de diferenças regionais na definição do potencial de rendimento de grãos de trigo é a variação do “quociente fototermal” (Q). Por exemplo, no Rio Grande do Sul, o calendário de semeadura praticado para trigo faz com que a data de antese possa ocorrer, dependendo da região, entre os meses de julho e outubro. Esse fato, por si só, determina que o período crítico de formação do rendimento de grãos em trigo (fase de crescimento da espiga em pré-espigamento) acabe sub-

metido a diferentes disponibilidades de recursos do ambiente, com possíveis consequências para a expressão do potencial de rendimento de grãos da cultura, por razões atreladas às variações de radiação solar e de temperatura do ar (CUNHA et al., 2002). Os fundamentos teórico-experimentais do clássico trabalho de Fischer (1985), que definiu, para trigo de primavera, sob condições potenciais de manejo, a existência de estreita relação entre quociente fototermal (valor médio para 30 dias precedentes à antese) e número de grãos por unidade de superfície, têm sido empregados como ferramenta de avaliação das disponibilidades de recursos do ambiente em termos de potencial de rendimento de grãos para trigo. Nesse contexto, usando como referencial o trabalho de Magrin et al. (1993) para a Argentina, é possível apresentar o mapeamento da variabilidade temporal e espacial do quociente fototermal no Rio Grande do Sul (figuras 7 a 9) e, conseqüentemente, avaliar o potencial de rendimento de grãos de trigo via inter-relações com o zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo ora vigente.

No exemplo do Rio Grande do Sul, a variabilidade espacial dos valores de quociente fototermal possibilita inferir que as limitações para a expressão do potencial de rendimento de grãos em trigo, impostas pelas disponibilidades de radiação solar e de temperatura do ar, independentemente de manejo da cultura, são diferentes em cada região, refletindo-se, por essa razão, em potencial de rendimento de trigo também diferente. De forma genérica, em termos de variabilidade espacial, destaca-se que valores mais elevados de quocientes fototermais, sistematicamente, concentraram-se no Nordeste do estado, envol-

vendo parte do Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste. Ficou evidenciada, ainda, embora com magnitudes inferiores relativamente à parte Nordeste, uma área localizada no Sudoeste do território rio-grandense, Região da Campanha, com valores de quociente fototermal maiores do que em outras regiões do RS. A variabilidade de quocientes fototermais no Rio Grande do Sul, somada às suas consequências para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo, sugere a necessidade de definição de tecnologia de produção diferenciada para cada ambiente, visando a otimizar a exploração das potencialidades regionais para produzir essa cultura no estado (CUNHA et al., 2002).

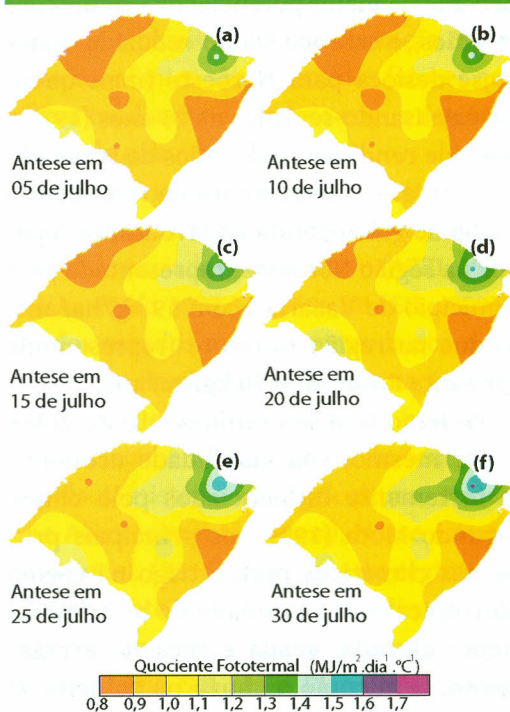


Figura 7. Quociente fototermal médio para trigo, considerando datas de antese em 05 de julho (a), 10 de julho (b), 15 de julho (c), 20 de julho (d), 25 de julho (e) e 30 de julho (f), no RS.

Fonte: Cunha et al. (2002).

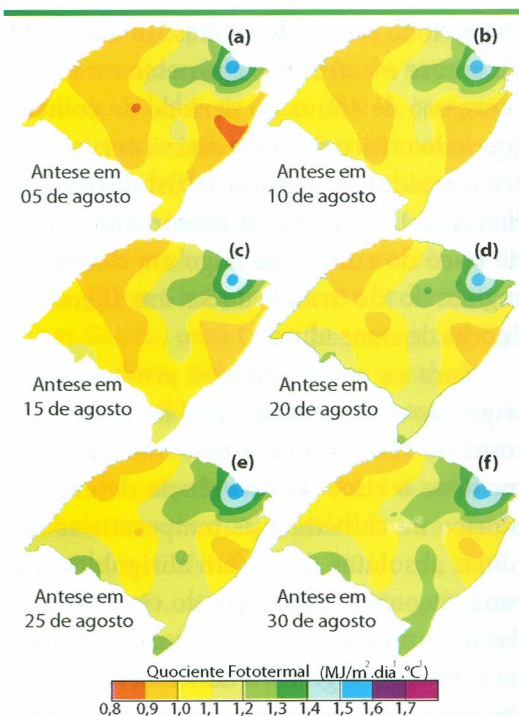


Figura 8. Quociente fototermal médio para trigo, considerando datas de antese em 05 de agosto (a), 10 de agosto (b), 15 de agosto (c), 20 de agosto (d), 25 de agosto (e) e 30 de agosto (f), no RS.

Fonte: Cunha et al. (2002).

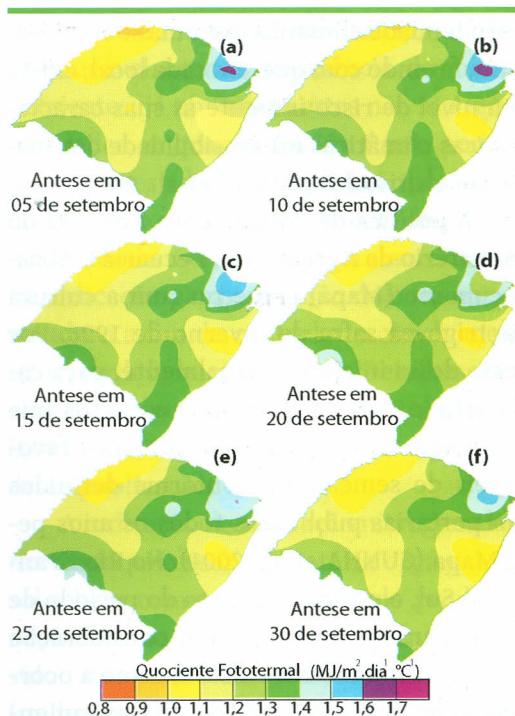


Figura 9. Quociente fototermal médio para trigo, considerando datas de antese em 5 de setembro (a), 10 de setembro (b), 15 de setembro (c), 20 de setembro (d), 25 de setembro (e) e 30 de setembro (f), no RS.

Fonte: Cunha et al. (2002).

Época de semeadura

A semeadura de trigo no momento mais adequado para cada região permite que a cultura expresse a maior parte possível do seu potencial produtivo (pela interação genótipo x ambiente x manejo) e que os riscos de insucesso com a atividade sejam minimizados.

O entendimento dos fatores ambientais e de manejo, associados com a mudança da época de semeadura, tem permitido, tanto por parte da pesquisa quanto do setor produtivo, o melhor ajuste do momento de semeadura de trigo no Brasil, bem como o estabelecimento de políticas públicas que garantam melhores níveis de produção e reduzam o ônus econômico com o pagamen-

to de indenizações por frustrações de safra.

A época de semeadura tem reflexo direto sobre o potencial de rendimento de grãos de trigo, por posicionar os principais estádios de desenvolvimento da cultura em épocas em que as variáveis meteorológicas apresentam menor ou maior efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura. Geralmente, o que se busca é que a época de semeadura minimize os riscos e maximize o potencial de rendimento de grãos.

Prejuízos ao rendimento físico e ao padrão de qualidade industrial dos grãos, por eventos de natureza meteorológica adversa, particularmente, quando coincidem com os períodos críticos do desenvolvimento, têm sido frequentes na história da triticultura no Brasil. Esse fato decorre do impacto da

variabilidade climática extrema sobre a cultura, fazendo com que, em cada local, exista um nível de risco inerente às suas características climáticas e à sensibilidade dos materiais cultivados (CUNHA et al., 2001).

A política de Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) começou com a cultura de trigo na safra de inverno de 1996. Por meio dessa iniciativa, atualmente, para cada estado, são considerados aspectos que subsidiam as indicações de períodos favoráveis de semeadura, conforme definidos em portarias publicadas todos os anos pelo Mapa (CUNHA et al., 2001). No Rio Grande do Sul, o estabelecimento do período de semeadura de trigo leva em consideração os riscos climáticos à cultura, como a ocorrência de geada no período de espigamen-

to (período crítico de 15 dias: 10 dias antes da antese e cinco dias após esse estágio) e o excesso de chuva no período de colheita (período crítico de cinco dias: intervalo entre o estágio de maturação fisiológica e 15 dias após). A Figura 10 demonstra o nível de risco do cultivo de trigo em diferentes regiões do Rio Grande do Sul em diferentes épocas de semeadura.

Para os outros estados produtores de trigo, são considerados, também, outros fatores de risco. No caso de Santa Catarina, inclui-se o risco de ocorrência de excesso hídrico na colheita e as temperaturas mínimas absolutas do ar (em abrigo). No Paraná, é considerada, além do risco de geadas no espigamento e do excesso de chuvas na colheita dos grãos, a deficiência hídrica. Em São Paulo, o estabelecimento dos perío-

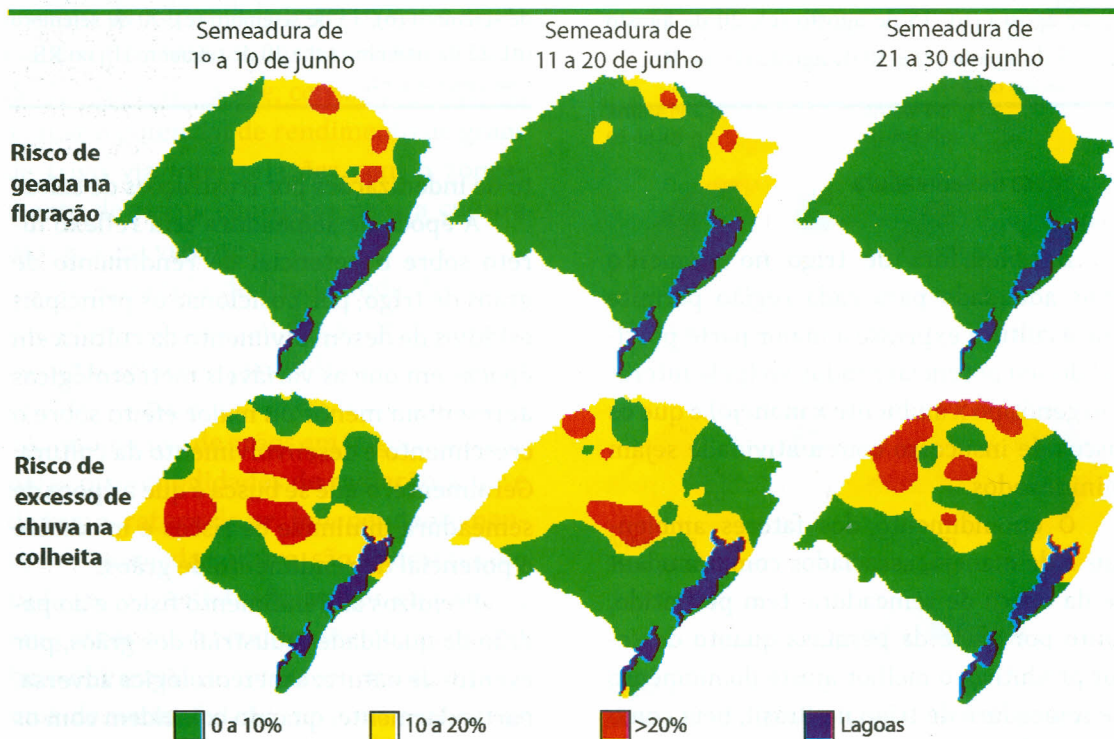


Figura 10. Risco de geada na floração e de excesso de chuva na colheita de trigo no estado do Rio Grande do Sul, em diferentes épocas de semeadura.

Fonte: Cunha et al. (2002).

dos favoráveis para semeadura do trigo leva em consideração o índice de satisfação das necessidades de água (ISNA), temperatura mínima e temperatura máxima do ar e probabilidade de excesso de chuvas na colheita. Para o Mato Grosso do Sul, são consideradas as probabilidades de ocorrência de geada. Já em Goiás, no Distrito Federal e em Minas Gerais, para trigo de sequeiro, é utilizado o ISNA. De uma forma geral, dados de ciclo da cultura, tipo de solo, capacidade de armazenamento de água no solo e rendimento de grãos também são utilizados no estabelecimento dos períodos favoráveis de semeadura (CUNHA et al., 2001).

Portanto, atualmente, tanto produtores como técnicos dispõem de informações de fácil acesso sobre os melhores períodos para semeadura de trigo em âmbito municipal e com algumas variações locais e de manejo associadas (solo, ciclo de cultivar, entre outras). Essa situação, somada às informações disponibilizadas pelos obtentores das cultivares sobre a resposta das mesmas e complementadas por resultados de pesquisa localmente conduzidas, permite melhorias no planejamento da lavoura e na busca pelo sucesso na atividade.

Nutrição de plantas

A indicação de adubação para a cultura do trigo é baseada no atendimento das necessidades dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, conforme análise de solo e expectativa de rendimento de grãos. De maneira geral, não há indicação para aplicação de micronutrientes, a não ser que seja constatada deficiência via análise, sendo, então, corrigida por aplicação foliar ou no sulco de semeadura da cultura. Entretanto, cabe observar as particularidades de cada estado produtor. Por exemplo, no Rio

Grande do Sul e em Santa Catarina, é pouco provável ocorrer deficiência de micronutrientes; já no Paraná estes não são recomendados, enquanto em São Paulo poderá haver necessidade de aplicação de boro, zinco e enxofre. No Distrito Federal, em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia, há indicação para aplicação de boro na semeadura a fim de controlar o chochamento (esterilidade masculina). Detalhes adicionais podem ser obtidos em MANUAL... (2004), REUNIÃO... (2010) e no capítulo 6 desta publicação.

A indicação de adubação nitrogenada é norteadada pelo teor de matéria orgânica do solo, bem como pelo modelo de produção adotado pelo produtor, que definirá o resíduo da cultura antecessora, se gramínea (milho) ou leguminosa (soja), e a expectativa de rendimento do trigo. Assim, para um solo com teor de matéria orgânica médio (entre 2,6% e 5,0%), com expectativa de rendimento de grãos de 2 t/ha, deve ser aplicado 40 kg de N/ha se a cultura anterior foi a soja. Para a mesma condição, onde a cultura antecedente tenha sido milho, a quantidade de N a ser aplicada é de 60 kg/ha. Essa dose pode ser aumentada em até 20 kg de N/ha, se o trigo for cultivado após a soja, e 30 kg de N/ha, após o milho, por tonelada de grão a ser produzido, quando a expectativa de rendimento de grãos é superior a 2 t/ha. Ressalta-se que cerca de 15 kg a 20 kg de N/ha devem ser aplicados na semeadura e o restante, em cobertura, entre os estádios de afilamento e alongamento, período definido, aproximadamente, entre 30 e 45 dias após a emergência (REUNIÃO..., 2010).

A adubação de N em cobertura deve ser parcelada quando as doses forem elevadas. No caso de semeadura de trigo sob resteva de milho, a dose em cobertura de N deve ser antecipada, principalmente se houver gran-

de quantidade de palha. Nas regiões mais quentes e de menor altitude (por exemplo, na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul), a quantidade total de N (semeadura + cobertura) não deve ser maior do que 40 kg/ha para evitar acamamento das plantas. Nas regiões mais frias (por exemplo, em Vacaria, no Rio Grande do Sul, e Guarapuaça, no Paraná), as doses de N indicadas podem ser aumentadas, visando à expressão do potencial de rendimento de grãos.

No caso de fósforo e potássio, as quantidades a serem aplicadas variam conforme os teores desses nutrientes no solo. Para um teor médio de fósforo no solo e uma expectativa de rendimento de grãos de 2 t/ha, a dose de fósforo indicada é de 60 kg de P_2O_5 /ha, no

primeiro cultivo, e 30 kg/ha para o segundo cultivo após a análise do solo. Nas mesmas condições, a dose indicada de potássio é de 50 kg de K_2O /ha no primeiro cultivo e 20 kg/ha no segundo cultivo. Para rendimentos de grãos maiores do que 2 t/ha, devem ser acrescentados mais 15 kg de P_2O_5 /ha e 10 kg de K_2O /ha por tonelada de grãos a mais produzida (REUNIÃO..., 2010).

Em trabalhos com focos voltados à nutrição do trigo, fica evidente a importância de alguns nutrientes no desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, observa-se, na Figura 11, que é visível o aumento no potencial produtivo (observado pela maior densidade de espigas e cobertura do solo) com o aumento na dose de nitrogênio apli-

Fotos: João Leonardo Fernandes Pires

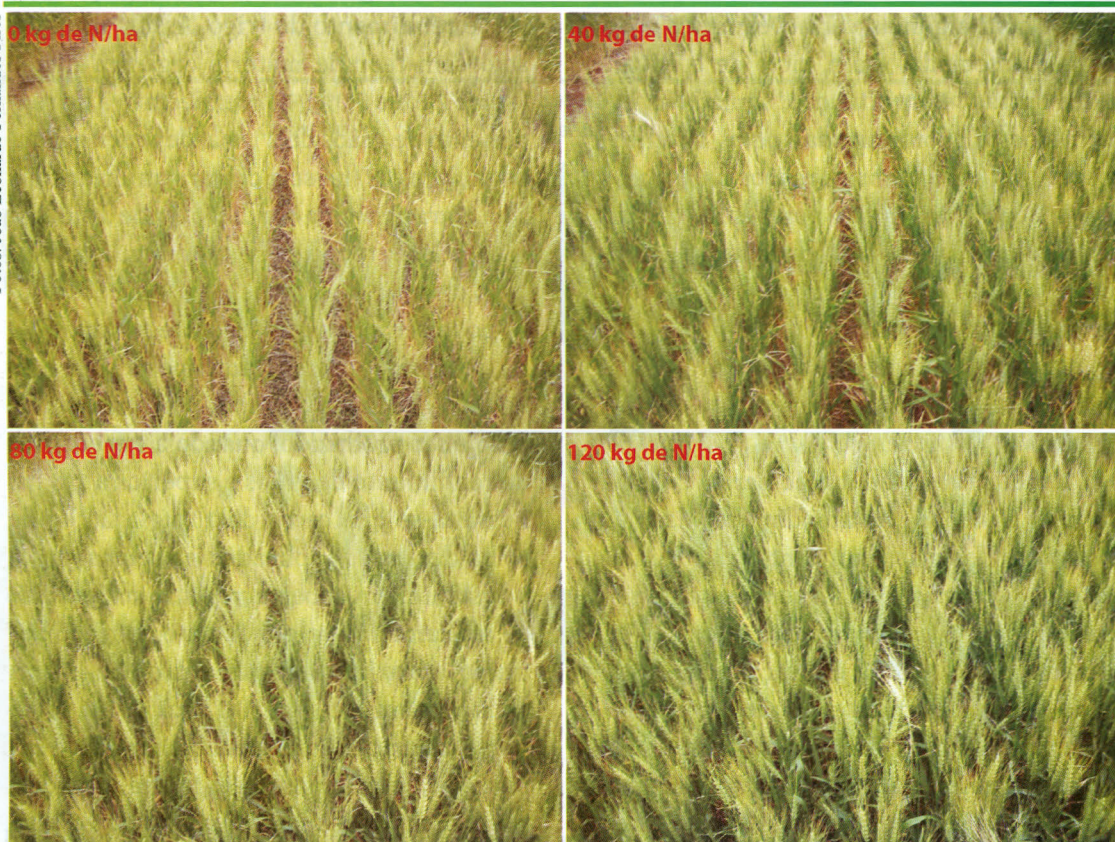


Figura 11. Aumento na densidade de espigas em trigo em função do aumento da dose de adubação nitrogenada. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008.

cada. Entretanto, deve-se atentar para a diversidade de respostas inerentes a especificidades de cultivares, sistemas de cultivo, regiões, entre outros, e que deve ser considerada por ocasião da definição de uma estratégia de nutrição de plantas (maiores detalhes no capítulo 6).

O impacto da cultura anterior (se gramínea ou leguminosa) é evidente no potencial produtivo da lavoura de trigo (Figura 12). De acordo com o Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (MANUAL..., 2004), sobre a quantidade de corretivo a ser utilizado, quando o trigo é semeado após leguminosa é indicado reduzir em 20 kg a quantidade de nitrogênio utilizada para a cultura. Portanto, o manejo nutricional a ser realizado na cultura de trigo deve ser ajustado considerando o contexto agrícola e os fatores de exposição às variáveis ambientais em questão.

Outro exemplo de intervenção de manejo que pode ter impacto sobre o rendimento de grãos e a qualidade tecnológica em trigo é o momento de aplicação de insumos. No caso do nitrogênio, isso é bastante crítico. Várias estratégias são possíveis nesse sentido, dependendo das condições locais e dos objetivos do produtor (Figura 13).

Escolha de cultivares

A escolha de cultivares constitui muito mais do que uma mera definição de insumos de produção (material genético). Antes de qualquer coisa, deve ser entendida como parte essencial da definição de toda uma estratégia de manejo para a cultura, cujos reflexos superam os aspectos de produtividade, em razão de características de qualidade tecnológica, repercutindo, também, na comercialização do produto. Para a safra 2010, foram disponibilizadas (com registro

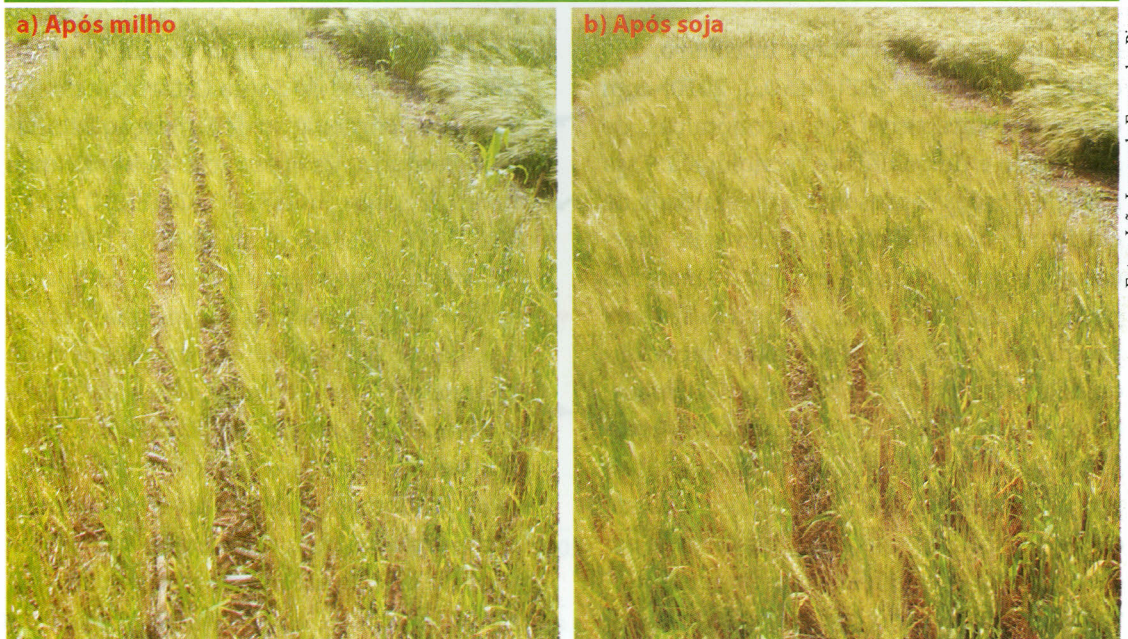


Figura 12. Densidade de espigas em parcelas de trigo que receberam milho (a) e soja (b) como cultura antecedente. Embrapa Trigo, Coxilha, RS, 2008.

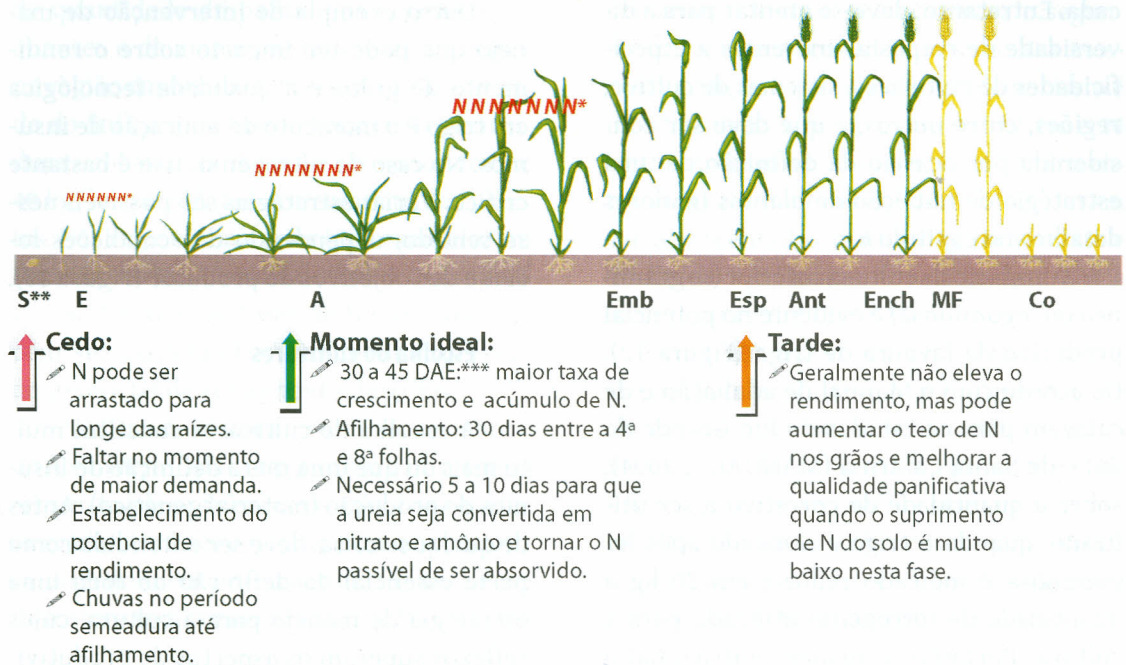


Figura 13. Momentos para aplicação de nitrogênio na cultura de trigo.

*N = indica a demanda de nitrogênio pela planta. Quanto maior a letra, maior a demanda. **S = semeadura; E = emergência; A = afilhamento; Emb = emborrachamento; Esp = espigamento; Ant = antese; Ench = enchimento de grãos; MF = maturação fisiológica; Co = colheita.

***DAE = Dias Após Emergência

Fonte: Adaptada de Wiethölter (2004).

no Mapa), para o produtor brasileiro, 100 cultivares de trigo (REUNIÃO..., 2010) com diferentes características agrônômicas, de adaptação e de qualidade tecnológica. Essa lista de opções representa a diversidade de cultivares disponíveis atualmente no mercado, o que possibilita a escolha do material genético mais adequado para cada sistema produtivo, nível de tecnologia e capacidade de investimento do produtor. Entretanto, torna-se difícil para o produtor a escolha da cultivar com adaptação adequada para as condições de cultivo e possibilidade de investimento específico, na medida em que a oferta disponível no mercado é elevada. Nessa perspectiva, merece destaque um estudo que avalia, anualmente, cultivares de todos os obtentores vegetais, o qual

é realizado no Rio Grande do Sul e em alguns municípios de Santa Catarina e do Paraná, sob coordenação da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro) (CASTRO; CAIERÃO, 2007, 2008, 2009; CASTRO et al., 2010). O relatório publicado anualmente permite comparar as diferentes cultivares nas mesmas condições de solo, ambiente e manejo. Além de demonstrar o potencial genético da cultura em cada região de adaptação, o estudo tem servido para demonstrar aos técnicos e aos produtores quais cultivares são mais bem adaptadas para cada região sem o viés de influência da área comercial de cada obtentor vegetal.

Na gama de cultivares disponíveis, é possível encontrar uma ampla faixa de va-

riabilidade em rendimento de grãos, em características agrônômicas, em qualidade tecnológica e no montante de investimento necessário para obter sucesso com o material. A Figura 14 representa o potencial genético disponível atualmente (e ainda pouco explorado) em escala de lavoura. Enquanto a média do Rio Grande do Sul (por exemplo) encontra-se em torno dos 2.000 kg/ha, as melhores cultivares em condições de ensaio vêm superando os 5.000 kg/ha ou 6.000 kg/ha. Mesmo considerando-se as médias das cultivares em ensaios, nos melhores locais, o rendimento de grãos tem superado os 4.000 kg/ha. Já na média dos locais e das cultivares disponíveis nos ensaios, os valores têm ultrapassado os 3.000 kg/ha, na maioria dos últimos anos. E, finalmente, o rendimento médio dos produtores no estado tem fica-

do em torno de 2.000 kg/ha. Essas diferenças mostram as defasagens existentes em termos de potencialidade genética disponível e a realidade das lavouras. Todavia, estas devem ser encaradas racionalmente, pois nem sempre passar de um patamar para outro no que se refere a rendimento de grãos é vantajoso sob o ponto de vista econômico. A variabilidade das áreas experimentais, o manejo e o controle feito em experimentos de pesquisa são bastante diferentes do que os verificados e possíveis em lavouras comerciais. Alguns trabalhos que visam a identificar variabilidade nas áreas de produção, por meio do mapeamento do rendimento de grãos de lavouras de trigo, têm demonstrado que partes das lavouras produzem rendimento de grãos superior a 100 sacas de trigo por hectare (Figura 15), corroborando a ideia

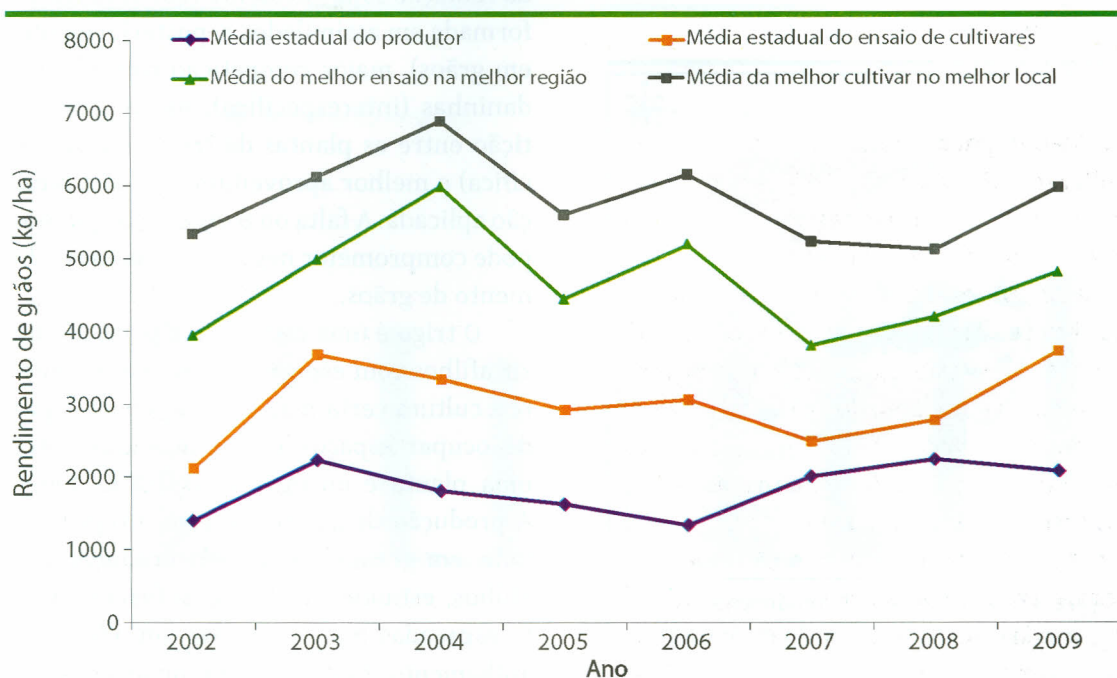


Figura 14. Rendimento de grãos de trigo em diversas situações no período de 2002 a 2009 no estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Adaptada de Castro e Caierão (2007, 2008, 2009), Castro et al. (2010) e IBGE (2010).

de que potencial genético existe, e que, quando o somatório dos fatores de produção é favorável (mesmo em pequenas áreas da lavoura), este potencial expressa-se e chega a valores que são obtidos apenas em parcelas experimentais. Acredita-se que a busca do entendimento de como se dá essa conjunção de fatores pode levar à replicação dessas condições para uma maior área dentro da lavoura e para outras lavouras numa mesma região.

Para demonstrar o impacto apenas do fator cultivar, no desempenho da lavoura de trigo, pode-se citar o trabalho realizado por Pires et al. (2009). Nesse estudo, foi evidenciado que, para uma mesma condição de manejo, somente com a escolha da cultivar pode-se obter resultado econômico (representado pela margem bruta), que varia de R\$ 4,00 a R\$ 399,00 por hectare, em um ano favorável (Figura 16), e de -R\$ 47,00

a R\$ 311,00 por hectare em um ano menos favorável à produção de trigo (Figura 17). Se considerada, também, a possibilidade de diferenciação no preço do trigo em função de qualidade tecnológica e classificação comercial, definidas pela interação genótipo x ambiente, esses resultados poderiam ser ainda melhores.

Arranjo de plantas (população de plantas e espaçamento entre linhas)

A distribuição das plantas de trigo na área é outra prática capaz de potencializar rendimento de grãos. Pode ser modificada pela variação na população de plantas e no espaçamento entre linhas, o que define a área disponível para cada planta de trigo na lavoura (Figura 18). O ajuste correto desses dois fatores pode permitir, entre outras coisas, o maior aproveitamento da radiação solar incidente (que será transformada em assimilados e, posteriormente, em grãos), maior competição com plantas daninhas (interespecífica), menor competição entre as plantas de trigo (intraespecífica) e melhor aproveitamento da adubação aplicada. A falta ou o excesso de plantas pode comprometer negativamente o rendimento de grãos.

O trigo é uma espécie que pode produzir a filhos com espigas férteis, o que confere à cultura certa plasticidade, sendo capaz de ocupar espaços vazios deixados entre uma planta e outra (MUNDSTOCK, 1999). A produção de grãos em trigo é representada, em grande parte, pela produção dos a filhos, estando as plantas suficientemente espaçadas para estimular um adequado a filhamento. Densidades mínimas para garantir níveis adequados de rendimento de

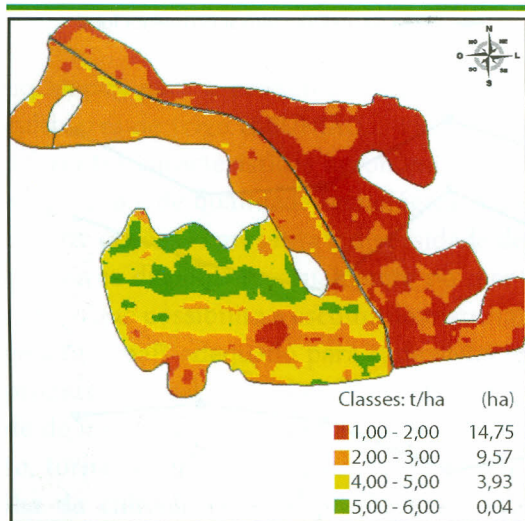


Figura 15. Variabilidade do rendimento de grãos em uma lavoura de trigo em Júlio de Castilhos, RS - safra 2008.

Fonte: Comunicação pessoal de Santi e Riffel¹.

¹ Mapa fornecido pelo professor Antonio Luis Santi como parte da tese de doutorado da acadêmica Cinei Riffel, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/CESNORS), Frederico Westphalen, RS.

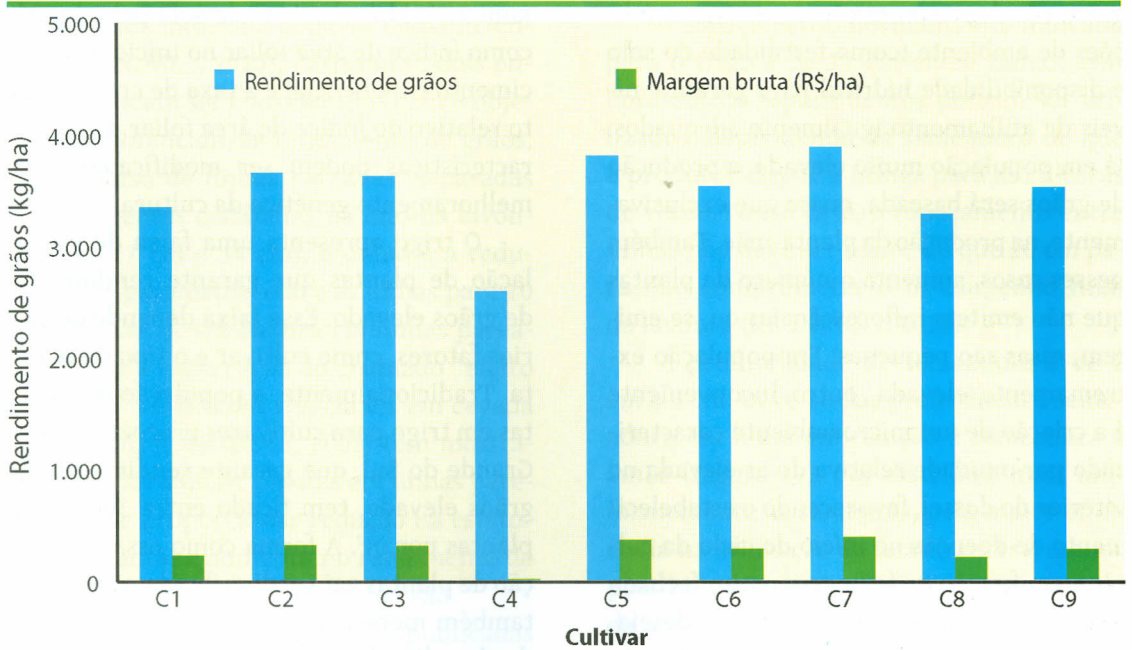


Figura 16. Rendimento de grãos, renda bruta e margem de contribuição de diferentes cultivares de trigo (C1 a C9) cultivadas em um mesmo nível de manejo (médio uso de insumos) no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, em 2006 (ano favorável). Embrapa Trigo, Coxilha, RS.

Fonte: Adaptada de Pires et al. (2009).

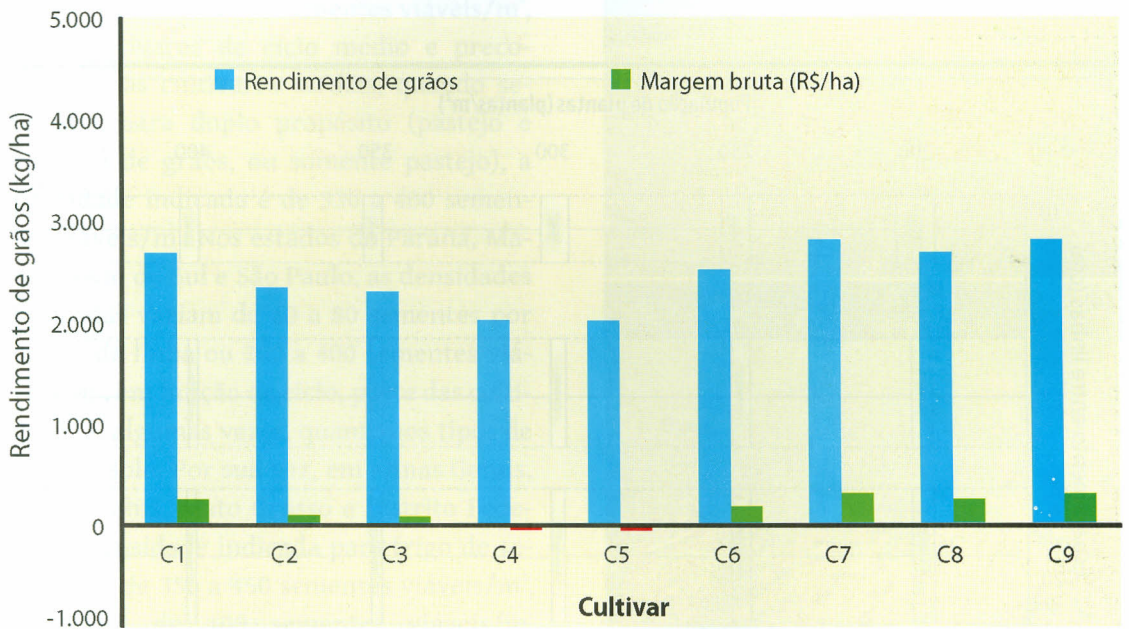


Figura 17. Rendimento de grãos, renda bruta e margem de contribuição de diferentes cultivares de trigo (C1 a C9) cultivadas em um mesmo nível de manejo (médio uso de insumos) no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, em 2007 (ano desfavorável). Embrapa Trigo, Coxilha, RS.

Fonte: Adaptada de Pires et al. (2009).

grãos vão depender muito das outras condições de ambiente (como fertilidade do solo e disponibilidade hídrica) para garantir níveis de afilhamento igualmente adequados. Já em população muito elevada, a produção de grãos será baseada, quase que exclusivamente, na produção da planta-mãe. Também nesses casos, aumenta o número de plantas que não emitem inflorescências ou, se emitem, essas são pequenas. Em população extremamente elevada, outro inconveniente é a criação de um microambiente caracterizado por umidade relativa do ar elevada no interior do dossel, favorecendo o estabelecimento de doenças no início do ciclo da cultura, em função da folhagem muito fechada (MUNDSTOCK, 1999). Um dos fatores desejados, quando se pensa no arranjo de plantas, diz respeito à rápida cobertura do solo pelo dossel da cultura. Nesse sentido, Soltani e Galeshi (2002) indicam haver diferenças genotípicas para características que determi-

nam a rápida cobertura do solo pelo dossel, como índice de área foliar no início do crescimento exponencial e a taxa de crescimento relativo do índice de área foliar. Essas características podem ser modificadas pelo melhoramento genético da cultura.

O trigo apresenta uma faixa de população de plantas que garante rendimento de grãos elevado. Essa faixa depende de vários fatores, como cultivar e o tipo de planta. Tradicionalmente, a população de plantas em trigo para cultivares precoces no Rio Grande do Sul, que garante rendimento de grãos elevado, tem ficado entre 300 a 330 plantas por m^2 . A forma como essa população de plantas vai ser distribuída na lavoura também merece análise. Em trigo, existem desde a distribuição a lanço (contestada pela falta de controle na distribuição das plantas e pela dificuldade em executar práticas de manejo) até a distribuição em linhas. Nessa última, espaçamentos de 17 cm a 20

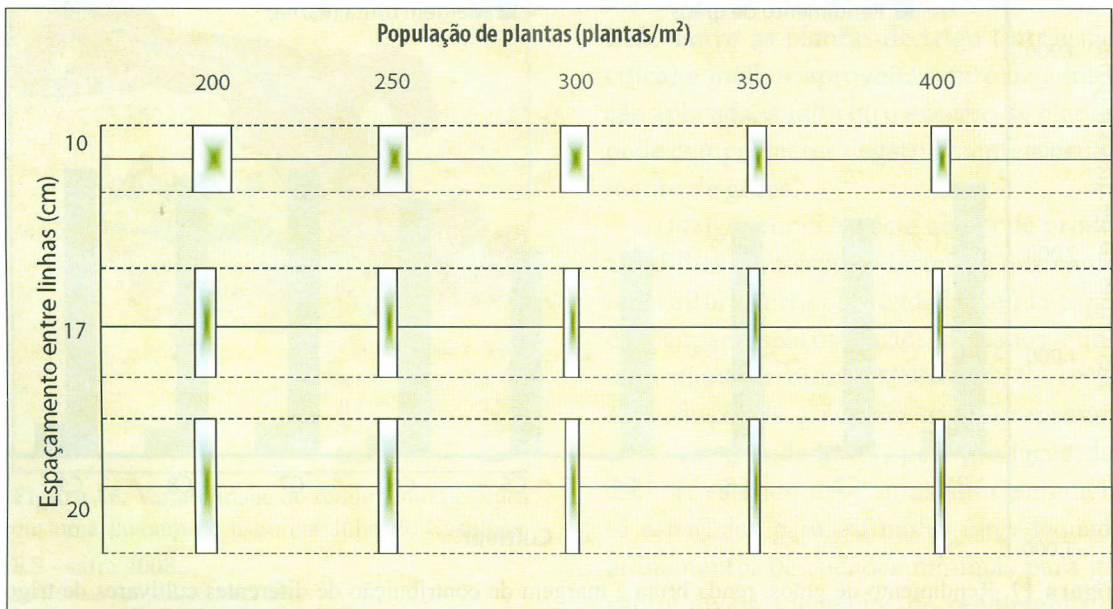


Figura 18. Representação esquemática da área ocupada por cada planta de trigo em diferentes arranjos (combinação de populações de plantas com espaçamento entre linhas).

cm têm sido indicados como os mais eficientes (REUNIÃO..., 2010). Entretanto, dois enfoques podem ser considerados com o objetivo de potencializar rendimento de grãos: um é o uso de linhas pareadas, separadas por diferentes distâncias na mesma lavoura (ex.: 17 cm e 34 cm), e outro é a redução do espaçamento entre as linhas para 10 cm a 12 cm. A semeadura em linhas pareadas busca a exploração do chamado “efeito de borda”. Trabalhos realizados em cevada (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003) têm mostrado que o arranjo de plantas em linhas pareadas pode proporcionar redução na estatura das plantas e aumento no rendimento de grãos e do componente peso do grão.

As Informações Técnicas publicadas anualmente pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale indicam, para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, uma densidade de 250 sementes viáveis/m², para cultivares semitardias e tardias, e de 300 a 330 sementes viáveis/m², para cultivares de ciclo médio e precoce. Para as cultivares tardias, quando semeadas para duplo propósito (pastejo e colheita de grãos, ou somente pastejo), a densidade indicada é de 330 a 400 sementes viáveis/m². Nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo, as densidades indicadas variam de 60 a 80 sementes por metro de linha ou 200 a 400 sementes viáveis/m², em função do ciclo, porte das cultivares e, algumas vezes, quanto aos tipos de clima e solo. Por sua vez, em Minas Gerais, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Distrito Federal, a densidade indicada para trigo de sequeiro é de 350 a 450 sementes viáveis/m², com uso de 400 sementes viáveis/m² em solos de boa fertilidade, sem alumínio trocável. Para trigo irrigado, nesses estados, a densidade indicada é de 270 a 350 sementes viáveis/m² (REUNIÃO..., 2010).

O espaçamento normalmente indicado para o trigo é de 17 cm entre linhas, embora outros espaçamentos possam ser utilizados, dependendo da semeadora de que o produtor dispõe e utiliza para as culturas de verão. Nesse caso, o espaçamento entre linhas não deve ser maior do que 20 cm para não comprometer o desempenho final da lavoura (REUNIÃO..., 2010).

A profundidade de semeadura é de 2 cm a 5 cm. Deve-se dar preferência à semeadura em linha em relação à semeadura a lanço (Figura 19), 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 (REUNIÃO..., 2010).



Figura 19. Semeadura de trigo em linha (preferencial, a - Chapada, RS) e a lanço (b - São Miguel das Missões, RS).

Rotação/sucessão “inteligente” de culturas

Em cereais de inverno, é fundamental seguir um sistema de rotação/sucessão de culturas adequado. O sistema de rotação a ser utilizado necessita, entretanto, obedecer a alguns preceitos básicos, pois não deve ser encarado somente como cultivar na mesma área uma espécie que não o trigo. Para que se faça uma “rotação/sucessão inteligente” é importante levar em consideração os diferentes aspectos influenciados pelas estratégias de alocação de espécies no espaço e no tempo, dentro de uma área agrícola.

Como benefícios da rotação de culturas, pode-se destacar: reduz infestações de insetos-praga, patógenos e plantas daninhas; incrementa a fertilidade do solo; mantém a cobertura permanente do solo, minimizando a erosão e viabilizando o sistema plantio direto; diversifica e estabiliza a produção, contribuindo para a geração de renda adicional e para o aumento da produtividade dos cultivos. A implementação de modelos de produção que contemplem a rotação de culturas, também, favorece a redução do custo de produção, otimizando a utilização da mão de obra, dos equipamentos e do maquinário disponível na propriedade.

O planejamento da sequência de espécies dentro de um programa de rotação/sucessão de culturas deve considerar, além do potencial de rentabilidade desta, a suscetibilidade de cada cultura à infestação de insetos-praga, de plantas daninhas e de doenças; a disponibilidade de equipamentos para o manejo da cultura e dos resíduos vegetais (SANTOS et al., 1998); e o histórico e o estado atual da lavoura, atentando para os aspectos de fertilidade do solo e exigência nutricional das plantas (MANUAL..., 2004).

A melhor alternativa de sistema de rotação/sucessão de culturas pode ser avaliada sob diferentes aspectos: agrônômico, fitopatológico, econômico, energético, de sustentabilidade, de risco, entre outros.

Do ponto de vista fitopatológico, a rotação de culturas consiste em deixar de semear trigo até que ocorra a completa decomposição microbiana dos resíduos vegetais da cultura de trigo anterior, bem como de outros hospedeiros, conseqüentemente, a eliminação dos patógenos necrotróficos da espécie (REIS, 1991). Segundo Reis e Santos (1993), a mineralização dos resíduos vegetais, para completa eliminação de fitopatógenos necrotróficos, pode levar de 12 meses a 16 meses. Desse modo, esse período seria necessário para o trigo retornar à mesma área da lavoura. Portanto, no caso do trigo, deve-se evitar a utilização da cultura onde foram cultivados, no ano anterior, o próprio trigo, a cevada, o triticale e o centeio. Todas essas culturas são hospedeiras de patógenos como os causadores de manchas foliares e podridões radiculares e, portanto, a utilização dessas culturas de forma sequencial estaria aumentando a probabilidade do agravamento das doenças citadas. Deve ser dada preferência para rotações de trigo (de cevada, de triticale, de centeio) com culturas não hospedeiras, como aveia (preferencialmente aveia preta), nabo forrageiro, canola, ervilhaca, entre outros.

Em trabalho realizado por Santos et al. (1998), comparando diferentes sistemas de rotação/sucessão com a monocultura de trigo, observou-se que os valores mais elevados de intensidade do mal-do-pé e da podridão comum ocorreram na monocultura (50%), em comparação aos sistemas de rotação sem trigo em um inverno (13%), em dois invernos (10%), em três invernos (10%), em

dois invernos sem e dois com trigo (13% a 16%) e em três invernos sem e dois com trigo (12% a 19%). Isso demonstra que um ano de rotação de culturas com espécies não suscetíveis já elimina os inconvenientes da monocultura do ponto de vista fitopatológico. Nesse mesmo estudo, foram verificados ganhos de rendimento de grãos de trigo quando em sistemas de rotação em relação à monocultura. Na média de quatro anos de estudo, a monocultura apresentou o menor rendimento de grãos (2.338 kg/ha) em relação a sistemas com um inverno sem trigo (3.502 kg/ha), dois invernos sem trigo (3.403 kg/ha), três invernos sem trigo (3.629 kg/ha), a dois invernos sem e dois com trigo (3.476 kg/ha e 3.290 kg/ha) e a três invernos sem e dois com trigo (3.557 kg/ha e 3.528 kg/ha). A rotação, além de ampliar o retorno econômico da produção das lavouras, pelo aumento do rendimento de grãos, promove a diversificação de culturas e, em consequência, diminui o risco da dependência de apenas uma cultura de inverno. Como resultado do trabalho, ficou demonstrada a eficiência da rotação de culturas envolvendo trigo nos sistemas descritos na Tabela 1.

Do ponto de vista de índices energéticos, a relação entre a energia acumulada nos alimentos produzidos e a energia fós-

sil acumulada nos insumos utilizados para a produção (combustível, fertilizantes, fungicidas, herbicidas e inseticidas) constitui um instrumento para avaliar o grau de sustentabilidade da agricultura; ou seja, a energia obtida tem de ser maior do que a energia consumida. Nos resultados obtidos por Santos et al. (1998), os sistemas com rotação de culturas, na maioria dos anos, são energeticamente mais eficientes do que a monocultura trigo/soja ou pousio/soja.

Também deve ser levado em consideração o risco que determinada tecnologia possa proporcionar ao produtor (PORTO et al., 1982). Essas informações não estão vinculadas somente à rentabilidade, mas, igualmente, ao risco a que o agricultor estará exposto com sua adoção.

No Cerrado brasileiro, o trigo também é uma alternativa importante para prevenir as consequências negativas da monocultura. O monocultivo de tomate e de leguminosas aumenta a incidência de doenças como mofo branco, rizoctoniose e fusariose. O trigo não é hospedeiro desses fitopatógenos, constituindo-se na principal alternativa para romper o seu ciclo biológico, por meio da rotação com essas culturas no Cerrado (REUNIÃO..., 2005).

Tabela 1. Exemplos de sistema de rotação/sucessão de culturas envolvendo trigo para o Sul do Brasil.

Sistema de rotação/sucessão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
1	Trigo	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*	*	*	*	*
2	Trigo	Soja	Aveia branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*	*	*
3	Trigo	Soja	Girassol (ou aveia preta)	Soja	Aveia branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*
4	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Aveia branca	Soja	Ervilhaca	Milho	*	*
5	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Girassol (ou aveia preta)	Soja	Aveia branca	Soja	Ervilhaca	Milho

* Repete o sistema.

Fonte: Santos et al. (1998).

Uso de “tecnologia/insumos” e “níveis de manejo” em lavouras de trigo

A produção de trigo no Brasil apresenta diversas realidades em termos de capacidade de investimento e uso de tecnologia/insumos por parte do produtor (Tabela 2). Nesse sentido, muitas vezes, confunde-se “nível de investimento (ou custo de produção)” com “uso de tecnologia”. Nem sempre o maior desembolso por parte do produtor significa maior uso de tecnologia. Isso deve ser levado em consideração no planejamento da lavoura, a fim de permitir um investimento adequado para o nível de rendimento de grãos e expectativa de retorno financeiro.

Em um estudo que buscou caracterizar os diferentes indicadores utilizados no cultivo de trigo no Brasil nos anos de 2003 e 2004, De Mori et al. (2007) verificaram que os sistemas de produção de trigo são influenciados por condições climáticas, diferenças no tamanho de propriedades, capacidade de investimento do produtor, preço de insumos, variação no preço do produto no mercado de *commodities* e aspectos de logística. O trabalho identificou 36 sistemas de produção de trigo. Na Tabela 3, são apresentados os custos operacionais e a relação benefício-custo operacional de alguns dos diferentes sistemas. Os resultados mostraram que os custos operacionais variaram de 0,02% a 88,9% por tonelada entre os locais; entre US\$ 96,75/t e US\$ 172,72/t, em 2003, e entre US\$ 106,35/t e US\$ 193,84/t, em 2004. A relação benefício-custo operacional encontrada pelos autores variou de 0,73 a 1,38, em 2003, e entre 0,6 e 1,25, em 2004. Esses resultados demonstram, mais do que a diversidade dos sistemas utilizados no Brasil, o “efeito do ano” nos resultados obtidos e a oportunidade de melhoria. Além disso, ficou evidente o baixo uso

de tecnologia/insumos em algumas regiões. Dentre os fatores que mais contribuíram para o custo operacional de produção, destacaram-se os fertilizantes (24,8%), as sementes (13,6%) e os fungicidas (12,9%).

A existência de várias realidades para produção de trigo, no Brasil, faz com que sejam necessários a criação, o desenvolvimento, a validação e a transferência de tecnologias para a cultura de trigo que considerem as características regionais e, dentro de cada região produtora, a tipologia dos diferentes sistemas de produção. Além da necessidade de tecnologias específicas, esse fato gera a oportunidade de utilização de estratégias de manejo diferenciadas.

Um trabalho que analisa o uso de tecnologia/insumos em trigo no Brasil é o realizado, anualmente, pela Embrapa Trigo como parte do projeto “Observatório do trigo no Brasil” (CAIERÃO et al., 2010a, 2010b, 2010c). O estudo congrega um levantamento dos indicadores tecnológicos/insumos utilizados nas lavouras de trigo nos principais estados produtores, na visão dos técnicos (de cooperativas e da extensão rural pública) que prestam assistência técnica às lavouras de trigo. Na safra 2009, foram representados, neste estudo, 15% da área do Rio Grande do Sul, 55% da área de Santa Catarina e 54% da área do Paraná, cultivadas com trigo. Os números obtidos no levantamento permitem, apesar de corresponderem a uma parte da área cultivada, fazer o diagnóstico da realidade em termos de uso de insumos nos sistemas de produção de trigo. O estudo mostrou que, na safra 2009, o uso de sementes certificadas foi de 67,9% no Rio Grande do Sul, 80% no Paraná e 92,3% em Santa Catarina. Portanto, a prática do uso de semente própria de trigo é maior no Rio Grande do Sul (em números absolutos) em relação aos outros estados do

Tabela 2. Variações no uso de tecnologia/insumos em diferentes sistemas de produção de grãos e mistos com trigo no Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

Tecnologia/ Insumo	Sistema de produção*			
	PD N1	PD N2	PD N3	DP
Dessecação	Glifosato (1,5 L/ha)	Glifosato (1,5 L/ha) + Metsulfurom-metil (4 g/ha) + óleo mineral	Glifosato (1,5 L/ha) + Metsulfurom-metil (4 g/ha) + óleo mineral	Glifosato (1,5 L/ha) + Metsulfurom-metil (4 g/ha) + óleo mineral
Quantidade de sementes (população plantas)	120 kg/ha semente própria	130 kg/ha semente fiscalizada	150 kg/ha semente 50% própria + 50% fiscalizada	130 kg/ha semente fiscalizada
Tratamento de sementes	Sem tratamento	50% tratamento com fungicida Carboxina + Tiram (0,25 kg/100 kg de sementes)	100% tratamento com fungicida Carboxina + Tiram (0,25 kg/100 kg de sementes) e 10% tratamento com inseticida Imidacloprido (0,05 kg/100 kg de sementes)	50% tratamento com fungicida Carboxina + Tiram (0,25 kg/100 kg de sementes)
Adubação de semeadura	120 kg/ha (5-20-20)	180 kg/ha (5-20-20)	300 kg/ha (5-25-25)	200 kg/ha (5-20-20)
Adubação de cobertura (ureia)	50 kg/ha	70 kg/ha	100 kg/ha	150 kg/ha (dividida em duas aplicações)
Herbicida pós-emergente	Metsulfurom- metil (4 g/ha) 20% da área	Metsulfurom-metil (4 g/ha) 40% da área	Metsulfurom-metil (4 g/ha) 40% da área	---
Inseticida parte aérea	---	Diflubenzurom (0,06 kg/ha)	Lufenurom (0,1 L/ha)	---
Fungicida parte aérea	Tebuconazol (0,75 L/ha)	Tebuconazol (0,75 L/ha)	Tebuconazol (0,75 L/ha) Epoxiconazol + Piraclostrobina (0,75 L/ha)	Tebuconazol (0,75 L/ha)
Rendimento de grãos esperado	1.500 kg/ha (25 sacas/ha)	2.200 kg/ha (36,7 sacas/ha)	2.700 kg/ha (45 sacas/ha)	2.300 kg/ha (38,3 sacas/ha) + 1.200 kg MS/ha (**)

* PD N1 = sistema plantio direto/nível baixo de uso de insumos externos; PD N2 = sistema plantio direto/nível médio de uso de insumos externos; PD N3 = sistema plantio direto/nível alto de uso de insumos externos; DP = sistema plantio direto/uso do trigo para duplo propósito.

** MS = matéria seca.

Fonte: De Mori et al. (2006).

Tabela 3. Custos operacionais (US\$/t) e a relação benefício-custo de sistemas de cultivo de trigo em diferentes regiões do Brasil em 2003 e 2004.

Sistema de cultivo*/Município	Rendimento de grãos (kg/ha)	2003		2004	
		Custo operacional (US\$/t)	Relação benefício/custo operacional	Custo operacional (US\$/t)	Relação custo benefício/operacional
Trigo irrigado					
PC	5.400	141,68	1,05	161,83	0,93
PD	5.400	124,30	1,20	141,35	1,06
Cultivo mínimo					
Ponta Grossa, PR	1.800	130,55	1,09	135,93	0,83
Santa Rosa, RS	1.800	106,09	1,32	111,63	1,10
Plantio direto com baixo uso de insumos					
Cascavel, PR	2.000	172,70	0,83	185,22	0,70
Passo Fundo, RS	1.700	141,30	0,94	153,71	0,85
São Luiz Gonzaga, RS	1.800	146,58	0,73	146,52	0,89
Plantio direto com médio uso de insumos					
Ponta Grossa, PR	2.300	172,16	0,83	193,84	0,58
Passo Fundo, RS	2.100	142,24	0,94	157,80	0,83
Passo Fundo, RS	2.400	150,56	0,88	176,28	0,74
Santa Rosa, RS	2.400	117,43	1,19	121,03	1,20
São Luiz Gonzaga, RS	2.400	144,99	0,74	154,45	0,84
Plantio direto com elevado uso de insumos					
Ponta Grossa, PR	2.800	155,65	0,92	176,91	0,64
São Luiz Gonzaga, RS	2.700	142,67	0,93	168,08	0,77
São Luiz Gonzaga, RS	2.800	146,47	0,73	172,17	0,75

*PC = plantio convencional; PD = plantio direto.

Fonte: Adaptada de De Mori et al. (2007).

Sul do Brasil. O sistema de cultivo predominante nos três estados principais produtores de trigo foi o sistema plantio direto, com valores máximos de adoção de 99,5% no Rio Grande do Sul e superiores a 90% em Santa Catarina (93,4%) e no Paraná (94,3%). A utilização de cultivo convencional e cultivo mínimo foi bastante reduzida, somando 0,5% no Rio Grande do Sul, 6,6% em Santa Catarina e 5,7% no Paraná. No que se refere à nutrição de plantas, alguns indicadores permitiram avaliar a condição proporcionada pelos produtores ao crescimento das plantas. O uso de calcário foi realizado em 65,2% das áreas de trigo de Santa Catarina, 72% das áreas do Paraná e 78,9% das áreas de cultivo no Rio Grande do Sul, com predomínio para o uso de aplicação em superfície e da dose de até 2 t/ha (65,8% no

RS, 47,1% em SC e 68,1% no PR). Como adubação de base com N, P₂O₅ e K₂O, houve predomínio no Rio Grande do Sul para a aplicação de 150 kg/ha a 200 kg/ha; em Santa Catarina, os valores foram equilibrados nas doses 150 kg/ha a 200 kg/ha e 200 kg/ha a 250 kg/ha; e no Paraná, houve predomínio para o uso de 200 kg/ha a 250 kg/ha. Já para a aplicação de nitrogênio em cobertura (na forma de ureia), no Rio Grande do Sul e no Paraná, a dose mais utilizada pelos produtores foi de 50 kg/ha a 100 kg de ureia por ha. Em Santa Catarina, a utilização é superior a 100 kg de ureia por ha (Tabela 4).

Em relação ao tratamento de sementes, há variação de objetivo conforme o estado produtor. Enquanto, no Rio Grande do Sul, o foco do tratamento de sementes foi, principalmente, com insetici-

da, em Santa Catarina e no Paraná, houve certo equilíbrio entre tratamento somente com fungicida e tratamento com fungicida mais inseticida. O percentual de área de lavoura ocupada com cada cultivar, segundo o levantamento realizado, variou conforme o estado. No Rio Grande do Sul, as três cultivares mais semeadas foram: Fundacep 52, Fundacep Raízes e BRS Guamirim. Em Santa Catarina, destacaram-se: Safira, Supera e Abalone. Já no Paraná, os materiais com maior área cultivada em 2009 foram: CD 104, BRS 220 e BRS 208. Cabe destacar que, das nove cultivares citadas, oito são classificadas comercialmente como “trigo pão” ou “trigo melhorador”, tipos de trigo mais demandados pelo mercado. Isso indica, de certa forma, o alinhamento da produção com a demanda. No que se refere à estratégia de manejo de doenças utilizada, em termos de controle químico da parte aérea, houve diferenças entre os estados. No Paraná e em Santa Catarina, nota-se o maior uso de controle preventivo (para brusone, ferrugem, giberela e manchas foliares), ficando o controle curativo em segundo plano ou aplicado a doenças específicas, como oídio e septoriose (no Paraná). No Rio Grande do Sul, foi utilizado, com maior frequência, o controle preventivo somente para gibe-

rela. Nos casos de ferrugem da folha, manchas foliares e oídio, o predomínio foi de controle curativo (Caierão et al., 2010a, 2010b, 2010c).

Proteção/manutenção do rendimento de grãos

As práticas de manejo promotoras do rendimento de grãos permitem que as culturas expressem o seu potencial de rendimento de grãos, mas não garantem que este seja mantido até a colheita. Por isso, além da construção do rendimento de grãos das culturas, são necessárias ações que evitem as perdas de rendimento de grãos, principalmente, por insetos-praga, doenças e plantas daninhas, que competem com a cultura por luz, água e nutrientes. Essa estratégia é válida para todas as culturas, inclusive o trigo.

O controle desses fatores externos, que intervêm no desenvolvimento das culturas, requer o entendimento básico do sistema de cultivo adotado. Importante, por exemplo, é saber quais insetos-praga, doenças ou plantas daninhas são mais prejudiciais, em que época aparecem e o dano econômico que causam quando presentes, para definir o momento adequado de realização e controle. Nessa medida, é necessário o monito-

Tabela 4. Adubação de base e adubação de cobertura utilizadas na lavoura de trigo nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná na safra 2009. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2010.

Estado	Adubação de base com N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (kg/ha)				Adubação de cobertura com ureia (kg/ha)			
	< 150	150 a 200	200 a 250	> 250	< 50	50 a 100	> 100	Sem
Rio Grande do Sul (%)*	11,3	44,9	24,6	19,2	16,5	54,6	22,2	6,6
Santa Catarina (%)*	12,5	32,2	30,5	24,6	3,0	27,6	68,3	1,2
Paraná (%)*	3,9	27,1	52,6	18,5	6,3	49,7	29,2	11,8

* Percentagem dos produtores representados na pesquisa.

Fonte: Adaptada de Caierão et al. (2010a, 2010b, 2010c).

ramento constante da lavoura para estimar o grau de abundância das infestações e o nível de dano presentes (plantas daninhas, insetos-praga e doenças). Com base nessas informações é que a assistência técnica pode definir o momento em que as práticas de controle devem ser adotadas, bem como a maneira correta de controle para reduzir riscos de realização de controle fora do período oportuno, de uso de produtos não indicados e da realização de práticas de controle não adequadas.

A escolha das estratégias de controle depende da infraestrutura e da mão de obra disponíveis na propriedade, mas visando, invariavelmente, à obtenção de um nível satisfatório de rendimento de grãos das culturas. Nem sempre a eliminação total das plantas daninhas, insetos-praga e doenças significa o máximo retorno econômico. O investimento necessário, muitas vezes, não proporciona maior retorno econômico, sobretudo quando a intervenção requer níveis elevados de controle.

Na proteção do rendimento de grãos, a estratégia mais adequada é a do “Manejo Integrado”, quer seja para insetos-praga, doenças ou plantas daninhas. Nessa linha de ação, são utilizadas práticas e ferramentas variadas para manter os fatores restritivos em níveis não prejudiciais à cultura. Essas práticas envolvem: rotação de culturas, época de semeadura, escolha da cultivar, produtos químicos, limpeza de máquinas e de equipamentos, entre outras.

Como ilustração das possibilidades de manejo em relação à proteção/manutenção do rendimento de grãos em trigo, destaca-se a escolha da cultivar. Na Figura 20, fica também evidente a possibilidade de estratégias diferentes de controle de doenças (e, por conseguinte, de desem-

bolso) para cada cultivar. Tomando-se como exemplo a ferrugem da folha (doença importante que requer atenção por parte do produtor), existem cultivares com adequado nível de resistência à doença e outras bastante suscetíveis. Portanto, uma mesma estratégia de manejo não serve para todas as cultivares. Se escolhido o manejo químico preventivo, por exemplo, no caso citado, o produtor estaria incorrendo em gastos e impacto ambiental desnecessários, nos casos de BRS Camboim, BR 23, BRS Louro e BRS Guamirim, que, na safra 2004, apresentaram níveis baixos da doença ou não a apresentaram. Já para BRS Canela e BRS Angico, a aplicação de fungicida seria fundamental para preservar o rendimento de grãos em função da suscetibilidade dessas cultivares e dos níveis de doença observados.

Outro exemplo pode ser verificado nos trabalhos de Castro e Caierão (2009) e Castro et al. (2010). Nas tabelas 5 e 6, verifica-se a manutenção do rendimento de grãos em função da aplicação de fungicidas na cultura de trigo e as variações existentes conforme local e resistência genética das cultivares. Na Tabela 5, destaca-se a diferença entre locais, onde, num ensaio utilizando-se as mesmas cultivares, a diferença entre aplicação e não aplicação de fungicida variou de 361 kg/ha a 1.472 kg/ha de grãos, preservados pelo uso de fungicida.

Na Tabela 6, verifica-se a diferença entre cultivares em um mesmo local, com variação de 852 kg/ha a 2.475 kg/ha de grãos preservados pelo uso de fungicida, dependendo da cultivar utilizada.

Segundo Picinini e Fernandes (2001), “a chave do sucesso” no controle de doenças em trigo (e nos demais cereais de inverno) consiste no planejamento, o qual deve

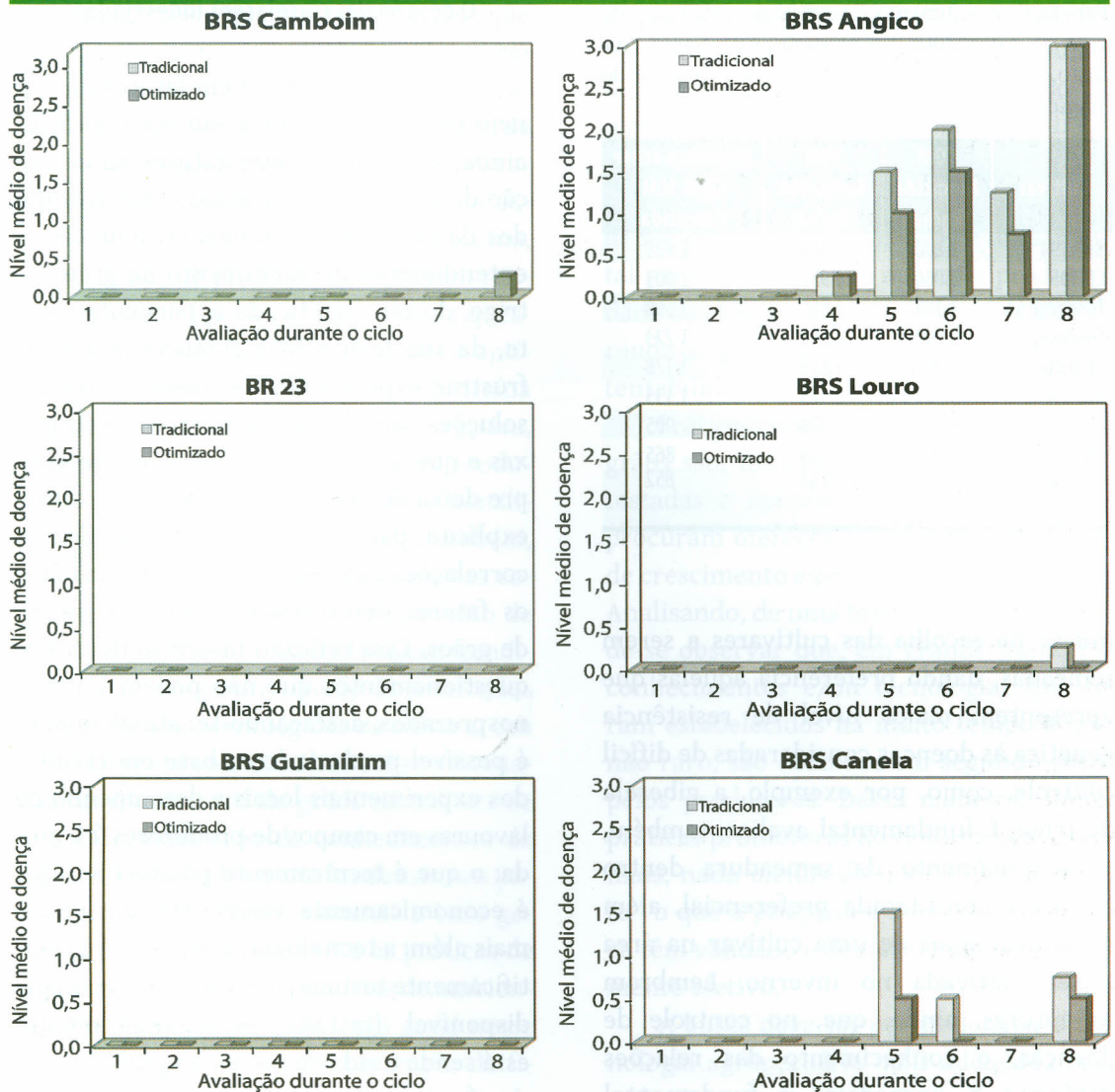


Figura 20. Avaliação de ferrugem da folha em seis cultivares de trigo e em dois sistemas de manejo da cultura (tradicional e otimizado) em Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2004.

Fonte: Pires et al. (2005).

Tabela 5. Rendimento de grãos de trigo na safra 2009 em diversos municípios do estado do Rio Grande do Sul, em sistemas com e sem aplicação de fungicida.

Local	COM fungicida (kg/ha)	SEM fungicida (kg/ha)	Diferença entre COM-SEM fungicida
Vacaria, RS	4.627	3.155	1.472
Coxilha, RS	4.117	3.530	587
Cruz Alta, RS	3.105	2.601	504
Passo Fundo, RS	4.541	4.180	361
São Luiz Gonzaga, RS	3.300	2.817	483

Fonte: Castro et al. (2010).

Tabela 6. Rendimento de grãos de cultivares de trigo na safra 2008 no município de Santo Augusto, RS, em sistemas com e sem aplicação de fungicida.

Cultivar	COM fungicida (kg/ha)	SEM fungicida (kg/ha)	Diferença entre COM-SEM fungicida
BRS 194	3.808	1.333	2.475
CD 105	3.986	1.983	2.003
Fundacep 51	3.358	1.850	1.508
Fundacep 52	3.590	2.367	1.223
Abalone	3.053	1.875	1.178
BRS Louro	3.260	2.125	1.135
CD 114	3.405	2.500	905
BRS Buriti	3.423	2.558	865
Fundacep	3.385	2.533	852
Campeão Real			

Fonte: Castro e Caierão (2009).

iniciar na escolha das cultivares a serem semeadas, dando preferência àquelas que apresentem maior nível de resistência genética às doenças consideradas de difícil controle, como, por exemplo, a giberela do trigo. É fundamental avaliar, também, o escalonamento da semeadura dentro da época considerada preferencial, além de semear mais de uma cultivar na área a ser cultivada no inverno. Lembram os autores, ainda, que, no controle de doenças, o conhecimento das relações patógeno X hospedeiro é fundamental para se obter sucesso no controle químico. Os patógenos (fungos, por exemplo) são nutricionalmente dependentes do hospedeiro (planta) e, preferencialmente, não se afastam do hospedeiro, pois é esse processo que lhes garante a sobrevivência. Na luta contra as doenças, não devem ser empregadas medidas isoladas de controle (por exemplo, tratar as sementes e não realizar rotação de culturas), devendo-se, na proteção de plantas contra as doenças, usar a arma química integrada com outras práticas de manejo.

O desafio das correlações indesejadas

A busca por ganhos em fatores de manejo isolados deve levar em consideração, ainda, a interação entre fatores na definição do rendimento de grãos e dos resultados da lavoura, em termos econômicos. O entendimento do rendimento de grãos de trigo, do seu significado e, particularmente, da sua formação é essencial para não frustrar expectativas de quem aposta em soluções simples para questões complexas e que, com raras exceções, quase sempre deixa de atentar, pelo menos de forma explícita, para o desafio representado por correlações indesejadas, que ocorrem entre os fatores determinantes do rendimento de grãos. Essa reflexão insere-se dentre os questionamentos que não podem ser menosprezados, destacando-se: afinal, quanto é possível produzir (com base em resultados experimentais locais e desempenho de lavouras em campos de produtores)? E ainda: o que é tecnicamente possível e o que é economicamente viável? Ou, um pouco mais além: a tecnologia apregoada foi cientificamente testada? Também: a tecnologia disponível (testada experimentalmente) está sendo usada de modo integral?

É necessário que se comece pelo entendimento dos processos que formam e/ou podem limitar o rendimento de grãos das culturas. No caso de trigo, há que se considerar a existência de características que estão positiva ou negativamente correlacionadas e, independentemente do sinal da correlação, podem resultar em impactos que são desejáveis ou indesejáveis. Por exemplo, tem-se o caso de altura de planta e acamamento: correlação negativa e desejável (plantas de menor altura toleram maiores doses de adubação nitrogenada, sem acamar). Ou: o caso de rendimento

de grãos e ciclo (dias até a maturação) que estão, quase sempre, positivamente correlacionados. Essa correlação pode ser desejável ou não, dependendo dos sistemas de produção (propriedade/regional) e das características (sobretudo climáticas) da estação de crescimento. É importantíssima, nos sistemas de produção que buscam rendimento de grãos elevado em trigo, a questão de proteínas (total e qualidade) e aptidão de uso. Rendimento de grãos e proteína tendem a apresentar correlação negativa, gerando conflito de interesses entre produtores e processadores (rendimento penalizando qualidade e vice-versa). Também, não se pode desconsiderar que muitas relações, com implicações no rendimento de grãos, ainda são pobremente compreendidas, particularmente devido às interações com os estádios fenológicos da cultura. Um embasamento teórico sólido sobre a formação do rendimento de grãos na cultura de trigo e a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas são fundamentais para combinar-se adequadamente a base genética (escolha da cultivar) e as práticas de manejo, conforme as condições de ambiente. O rendimento de grãos, em geral nesse cereal, é expresso como uma fração da fitomassa aérea que é colhida na forma de grãos. Nesse particular, exercem um papel decisivo os mecanismos de controle da partição de assimilados, a capacidade de armazenamento e a mobilização de reservas.

Considerações finais

Atualmente, a produção das culturas, como o trigo, depende de ajustes pequenos que podem e devem ser feitos no sistema de produção em cada região. A complexidade que envolve a produção agrícola, seja em escala de lavoura, na interface pro-

dução/comercialização e/ou diretamente na comercialização do produto e insumos, dificulta que grandes saltos sejam dados na direção de favorecer o produtor rural. Por isso, a tomada de consciência de que o rendimento de grãos de uma cultura depende de um processo de construção é fundamental para melhorar não apenas a produtividade das terras, mas também a geração de renda ao produtor e, assim, garantir a sustentabilidade.

Práticas promotoras de rendimento de grãos são, fundamentalmente, estratégias testadas e aprovadas pela pesquisa, que procuram oferecer as melhores condições de crescimento e produção para as plantas. Analisando, de uma forma mais crítica, pode-se observar que, em grande parte, são conhecimentos e/ou tecnologias que foram estabelecidos há muito tempo e que, não raro, são deixados em segundo plano pelos produtores. Dessa maneira, adotar práticas promotoras do rendimento é nada mais, nada menos do que “fazer bem feito” o que a pesquisa e a assistência técnica têm validado e demonstrado como realmente efetivo.

A busca deve ser por posicionar a tecnologia agropecuária mais adequada para cada situação. Assim, o êxito do empreendimento vai depender de conseguir-se otimizar a combinação entre o melhor genótipo (cultivar), no ambiente certo, conduzido sob práticas de manejo adequadas e que seja capaz de gerar resultados que atendam às expectativas das pessoas envolvidas no processo de produção. Algo aparentemente simples, desde que se consiga visualizar e entender os fatores envolvidos, bem como sua interdependência.

Dois ensinamentos podem resumir a estratégia de manejo que leva em consideração boas práticas de produção e fatores

promotores do rendimento de grãos. O primeiro vem de uma frase explicitada por um produtor durante um evento realizado na Embrapa Trigo em 2007: “Não adianta colher 60 sacas de trigo e gastar 63 para fazer isto!”. Outro vem do pesquisador Valmir

Gaedkle Menezes, do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA): “A obtenção de rendimentos elevados em lavouras não se dá pela realização de coisas extraordinárias, mas sim pela realização de coisas simples, extraordinariamente bem feitas”.

Referências

- AZZI, G. **Aspecto ecológico do trigo no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1937. 19 p.
- BOLLING, H. Effects of climate on the quality of wheat. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. **Agrometeorology of the wheat crop**: proceedings. Offenbach: WMO, 1974. p. 176-184.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 31 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 jun. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 14 de outubro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 out. 2008
- CAIERÃO, E.; PASINATO, A.; PIRES, J. L. F.; PIMENTEL, M. B. M. Uso de tecnologias em lavouras de trigo no Rio Grande do Sul - safra 2009. In: PIRES, J. L. F.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; TIBOLA, C. S. **Trigo: resultados de pesquisa - safra 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010a. p. 99-116. (Embrapa Trigo. Documentos, 96).
- CAIERÃO, E.; PASINATO, A.; PIRES, J. L. F.; PIMENTEL, M. B. M. Uso de tecnologias em lavouras de trigo em Santa Catarina - safra 2009. In: PIRES, J. L. F.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; TIBOLA, C. S. **Trigo: resultados de pesquisa - safra 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010b. p. 117-134. (Embrapa Trigo. Documentos, 96).
- CAIERÃO, E.; PASINATO, A.; HARGER, N.; PIRES, J. L. F.; PIMENTEL, M. B. M. Uso de tecnologias em lavouras de trigo no Paraná - safra 2009. In: PIRES, J. L. F.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; TIBOLA, C. S. **Trigo: resultados de pesquisa - safra 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010c. p. 135-154. (Embrapa Trigo. Documentos, 96).
- CANZIANI, J. R.; GUIMARÃES, V. D. A. O trigo no Brasil e no mundo: cadeia de produção, transformação e comercialização. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 29-72.
- CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo - resultados 2002 a 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Porto Alegre: Fepagro, 2007. 278 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 72).
- CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul, 2007**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Porto Alegre: Fepagro, 2008. 62 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 81).
- CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul, 2008**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Porto Alegre: Fepagro, 2009. 116 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 88).
- CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul, 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Porto Alegre: Fepagro, 2010. 114 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 94).
- CULTIVO de trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção online, 4). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo>>. Acesso em: 21 maio 2010.
- CUNHA, G. R. da; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; CARAMORI, P. H.; ASSAD, E. D.; BRAGA, H. J.; ZULLO JÚNIOR, J.; LAZZAROTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 400-414, 2001. Número especial: zoneamento agrícola.
- CUNHA, G. R. da; MALUF, J. R. T.; HAAS, J. C.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. **Regionalização climática e suas implicações para o potencial de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 23 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 11). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp11.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.

- CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G.; CAIERÃO, E.; PASINATO, A. Trigo. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 281-293.
- CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L. de; MARCHIORO, V.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 20). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci20.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.
- DE MORI, C.; IGNACZAK, J. C.; PIRES, J. L. F.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. Análise econômica de cereais de inverno de duplo propósito. In: SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Org.). **Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. p. 85-104.
- DE MORI, C.; PIRES, J. L. F.; LHAMBY, J. C. B.; RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. Wheat cropping system and its costs in Brazil (2003-2004). In: BUCK, H. T.; NISI, J. E.; SALOMÓN, N. (Ed.). **Wheat production in stressed environments**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 178. (Developments in Plant Breeding, 12). Proceedings of the 7th International Wheat Conference, held November 27 - December 2, 2005, in Mar Del Plata, Argentina.
- FISCHER, R. A. Number of kernels in wheat and the influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 105, p. 447-461, 1985.
- GARCÍA, R. **Crecimiento y desarrollo de la planta de trigo: comparacion de dos escalas descriptivas**. Pergamino: INTA, 1991. 6 p. (INTA. Informacion, 128).
- GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2. ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 27).
- HEWSTONE, Los cambios genéricos y agronômicos que incrementaron el rendimiento de trigo en Chile. In: KOHLI, M. M.; MARTINO, D. (Ed.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. La Estanzuela: CIMMYT: INIA, 1998.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Agricultura**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- LARGE, E. C. Growth stages in cereals. **Plant Pathology**, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- LINHARES, A. G.; NEDEL, J. L. Clima e germinação do grão do trigo na espiga. In: MOTA, F. S. (Ed.). **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p. 95-97.
- MAGRIN, G. O.; HALL, A. J.; BALDY, C.; GRONDONA, M. O. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 67, p. 29-41, 1993.
- MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.
- MORRIS, M. L.; BELAID, A.; BYERLEE, D. Part 1: Wheat and barley production in rainfed marginal environments of the developing world. In: CIMMYT. **1990-91 CIMMYT world wheat facts and trends**. Mexico, DF, 1991. p. 1-28.
- MOTA, F. S. da. Clima e zoneamento para a triticicultura no Brasil. In: MOTA, F. S. (Ed.). **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p. 5-35.
- MOTA, F. S. da. Regiões climáticas para o trigo no Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 772-776, 1969.
- MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. Autor, 1999. 228 p.
- PERT, J. **Weather and yield**. Amsterdam: Elsevier, 1991. 288 p.
- PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. A importância do controle químico de doenças de trigo. In: CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: história e tecnologia de produção**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. p. 143-154. (Embrapa Trigo. Documentos, 32).
- PIRES, J. L. F.; LIMA, M. I. P. M.; VOSS, M.; SCHEEREN, P. L.; WIETHÖLTER, S.; CUNHA, G. R. da; IGNACZAK, J. C.; CAIERÃO, E. **Avaliação de cultivares de trigo em sistema de manejo tradicional e otimizado, Passo Fundo, 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 19 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 54). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do54.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.
- PIRES, J. L. F.; SANTOS, H. P. dos; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z. de; DE MORI, C.; CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E.; PILAU, J. **Avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 23 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 74). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp74.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.

PORTO, V. H. da F.; CRUZ, E. R. da; INFELD, J. A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usados na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do arroz irrigado.

Revista de Economia Rural, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 193-211, abr./jun. 1982.

REIS, E. M. Potencialidade de controle de doenças de trigo e de cevada por rotação de culturas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 4., 1991, Campinas, SP.

Anais... Campinas: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 78-99.

REIS, E. M.; SANTOS, H. P. dos. Interações entre doenças de cereais de inverno e sistema plantio direto. In: PLANTIO DIRETO NO BRASIL. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT: FUNDACEP FECOTRIGO: Fundação ABC: Ed. Aldeia Norte, 1993. p.105-110.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 3., 2009, Veranópolis.

Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2010. Porto Alegre: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales: Fepagro; Veranópolis: ASAV; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 169 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 20., 2005, Londrina. **Informações técnicas da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales para a safra de 2005.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 234 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 7).

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; REIS, E. M. Características agrônomicas e controle de doenças radiculares de trigo, em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 3, p. 277-288, 1998.

SAVIN, R.; SLAFER, G. A. Shading effects on yield of an Argentinean wheat cultivar. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 116, p. 1-7, 1991.

SCHEEREN, P. L. **Triticulor**: leia, pense e planeje para plantar certo e colher sempre. Embrapa Trigo: Passo Fundo, 1990. folder.

SILVA, A. R. da. **Melhoramento das variedades de**

trigo destinadas às diferentes regiões do Brasil.

Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1966. 82 p.

SLAFER, G. A.; ABELEDO, L. G.; MIRALLES, D. J.; Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to rise potential yield in wheat. In: BEDÓ, Z.; LÁNG, L. (Ed.). **Wheat in a global environment.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 487-496. Proceedings of the 6th International Wheat Conference, 5-9 June 2000, Budapest, Hungary.

SLAFER, G. A.; RAWSON, H. M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modelers. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 21, p. 393-425, 1994.

SOLTANI, A.; GALESHI, S. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 77, p. 17-30, 2002.

TEIXEIRA, M. C. C.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 20). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp20.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.

TIBOLA, C. S.; FERNANDES, J. M. C. **Manual técnico de rastreabilidade para cadeia produtiva do trigo** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 64 p.

TIBOLA, C. S.; LORINI, I.; MIRANDA, M. Z. de. **Boas práticas e sistema APPCC na pós-colheita de trigo.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 20 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 105). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do105.htm>. Acesso em: 08 set. 2010.

TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers.** 4. ed. New York: Mac Millan, 1985. 754 p.

WIETHÖLTER, S. Nitrogênio para cereais de inverno no Sul do Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 81, p. 33-38, 2004.