

Indicações fitotécnicas para cultivares BRS de trigo no Paraná

Do ponto de vista de aporte tecnológico, a triticultura paranaense tem evoluído expressivamente nos últimos anos, e esse ganho pode ser compreendido a partir dos dados apresentados na Figura 1 (CONAB, 2015). Verifica-se que a máxima expansão de área de trigo no Paraná ocorreu na segunda metade da década de 1980, quando foram cultivados entre 1,7 a 1,9 milhão de hectares, obtendo-se produtividade média no período de 1.525 kg/ha de grãos. Por outro lado, nos últimos anos, de 2008 a 2014, houve forte redução da área tritícola no Estado (0,8 a 1,3 milhão de hectares), mas a produtividade média foi alçada para 2.427 kg/ha.

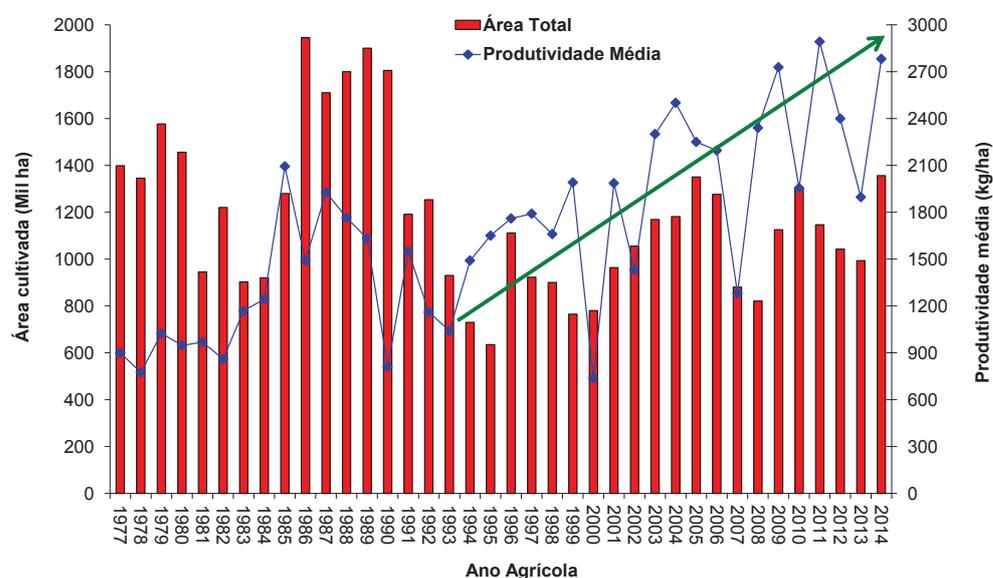


Figura 1. Área total cultivada e produtividade média de grãos de trigo entre os anos de 1977 a 2014 no Paraná.

Fonte: Adaptado de CONAB (2015).

Entre as tecnologias disponibilizadas aos triticultores paranaenses destaca-se a genética. No que diz respeito às cultivares da Embrapa (BRS), tem havido forte avanço de potencial produtivo, resistência a doenças, adaptabilidade a diferentes ambientes de cultivo e da qualidade industrial de farinha.

Aliado ao programa de melhoramento, são desenvolvidos trabalhos de pesquisa para aprimorar o posicionamento fitotécnico das cultivares. Esses trabalhos têm por objetivo caracterizar atributos agrônômicos dos genótipos no contexto dos sistemas de produção em que são indicados. Ao mesmo tempo, busca-se consolidar informações que permitam aos agricultores explorar ao máximo o potencial genético ofertado, assim como, evitar problemas passíveis de manejo.

Regiões Tritícolas do Paraná

O Estado do Paraná está situado entre as latitudes 22° e 27° Sul. Por influência dessa posição geográfica há grande diversidade de ambientes para a produção agrícola. Ou seja, essa faixa de transição entre as zonas tropical e temperada contempla aptidão para o cultivo de um amplo número de espécies vegetais, porém, há acentuada va-

Londrina, PR
março, 2015

Autores

José Salvador Simoneti Foloni
Engenheiro Agrônomo, D. Sc.
Embrapa Soja
Londrina, PR

Manoel Carlos Bassoi
Engenheiro Agrônomo, Ph. D.
Embrapa Soja
Londrina, PR

riabilidade temporal dos elementos climáticos (geada, chuva, fotoperíodo, etc.) (IAPAR, 2013).

Segundo a classificação de Köppen, existem basicamente dois tipos de clima no Paraná, o Cfa e o Cfb, a saber: (1) Cfa - clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e no mês mais quente acima de 22 °C, com verões relativamente quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas no verão, contudo, sem estação seca definida; e (2) Cfb - clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C e no mês mais quente abaixo de 22 °C, com verões amenos, expressivo risco de geada e sem estação seca definida (IAPAR, 2013).

De acordo com a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale - CBPTT (2014), para fim de recomendação de cultivares, divide-se o Estado do Paraná em três macrorregiões tritícolas (MRTs), da seguinte forma: (1) MRT 1 - caracterizada como fria, úmida e de elevadas altitudes, abrangendo o Centro-sul e Sudeste do PR (Guarapuava, Ponta Grossa, Palmas, Lapa, etc.); (2) MRT 2 - moderadamente quente, úmida e de altitudes variadas, contemplando o Oeste, Sudoeste, Nordeste e Centro-leste do PR (Cascavel, Toledo, Campo Mourão, Ivaiporã, Tibagi, etc.); e (3) MRT 3 - distinguida como quente, moderadamente seca e de baixas altitudes, compreendendo o Norte e Noroeste do PR (Londrina, Cornélio Procópio, Sertanópolis, Jacarezinho, Cambará, etc.) (Figura 2).

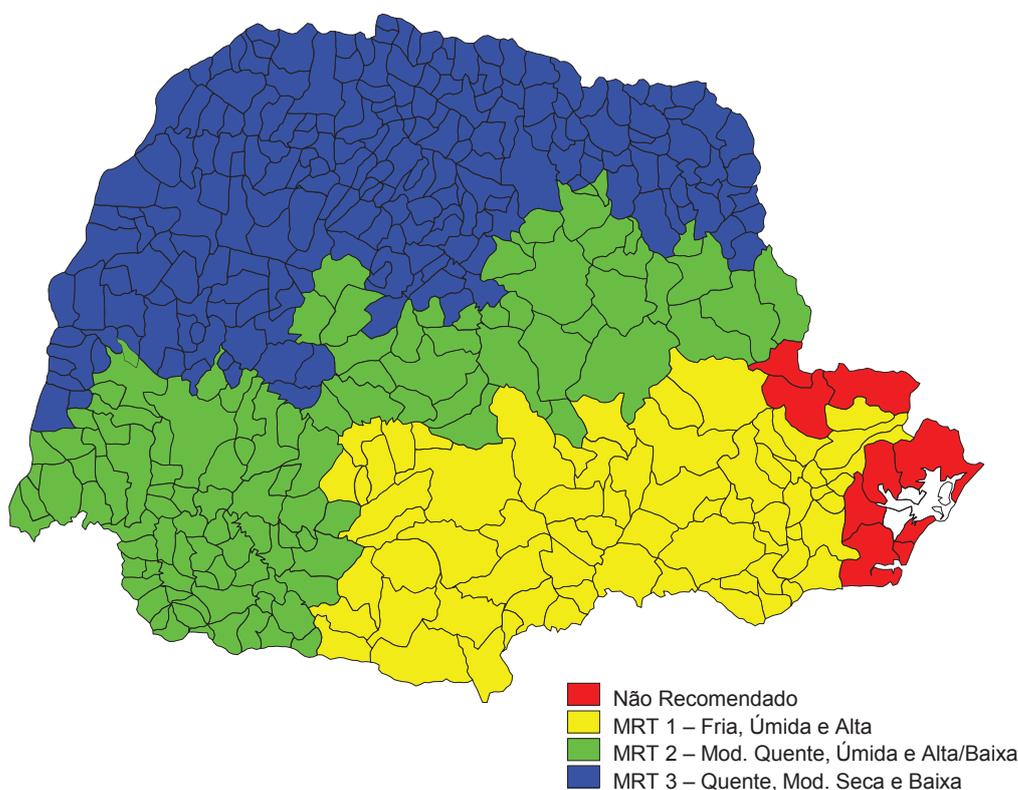


Figura 2. Macrorregiões tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná, de acordo com a aptidão edafoclimática para recomendação de cultivares. Fonte: Adaptado de CBPTT (2014).

Quanto à qualidade do solo, o território paranaense é bastante diversificado, com predomínio de Latossolos, Neossolos, Argissolos, Nitossolos e Cambissolos, os quais representam 31, 22, 15, 15, e 11% da extensão de área do Estado, respectivamente (BHERING & SANTOS, 2008).

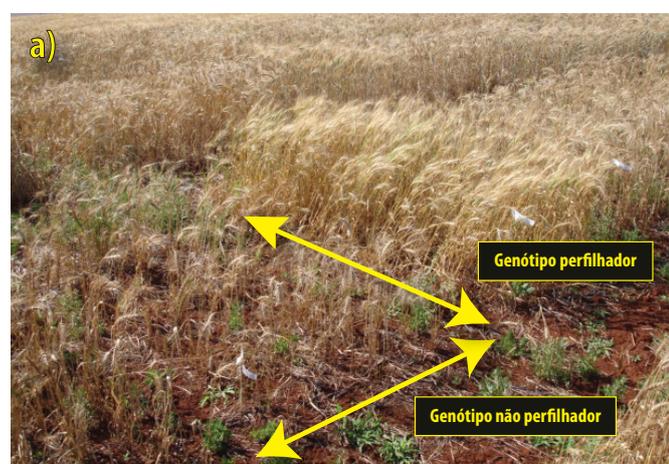
Nas regiões Centro-sul, Sudeste e Centro-leste do PR, no âmbito das MRTs 1 e 2, a grande maioria

das lavouras tritícolas é cultivada em Latossolos, Argissolos e Cambissolos, cujas granulometrias variam na faixa da textura média à argilosa. Esses solos, em geral, apresentam características físicas desejáveis, tais como, elevada porosidade de aeração, drenagem rápida e pouca suscetibilidade à compactação. Em contrapartida, comumente são pobres em nutrientes, contêm argilas de baixa reatividade, possuem elevados teores de alumínio tóxico

e alta dependência de matéria orgânica (EMBRAPA, 2006; SÁ, 2007; BHERING & SANTOS, 2008).

No Oeste e Norte do PR, abrangendo as MRTs 2 e 3, o trigo ocupa predominantemente os Latossolos e Nitossolos argilosos. Essas formações geralmente têm alta capacidade de troca catiônica (CTC), expressivos teores de nutrientes e elevado potencial de armazenamento de água. Por outro lado, há significativa suscetibilidade à compactação, originando, por exemplo, alta resistência à penetração de raízes e reduzida porosidade de aeração (TORMENA et al., 2002; CASTRO FILHO et al., 2002; BHERING & SANTOS, 2008).

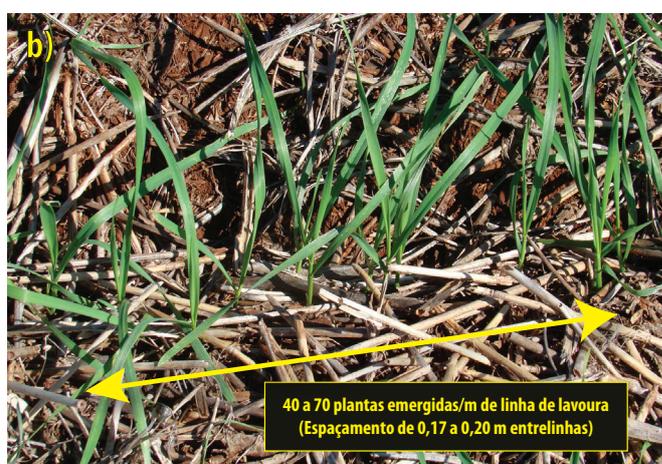
Como praticamente não há triticultura irrigada no Paraná, os mapas de aptidão de cultivo de trigo foram elaborados em razão da distribuição de chuvas, temperaturas adequadas e risco de geada. Além disso, considerou-se o teor de argila do solo e a profundidade efetiva para o crescimento radicular, de tal forma a contemplar a disponibilidade hídrica para a cultura (IAPAR, 2013; CBPTT, 2014).



Densidade de Semeadura

O estande de plantas está entre os principais fatores que influenciam a capacidade produtiva das lavouras, e o seu ajuste depende da interação entre ambiente, cultivar e manejo. No caso específico do trigo, por se tratar de espécie perfilhadora, são comuns as recomendações utilizando-se o termo densidade de semeadura, visto que, na prática, há expressiva dificuldade para quantificar o número de plantas estabelecidas por unidade de área.

No Paraná, por exemplo, recorrentemente são constatados erros de ajuste da população de plantas de trigo. Há cultivares geneticamente perfilhadoras que são instaladas com quantidades exageradas de sementes, acarretando acamamento e queda de produtividade. O inverso também é verdadeiro, ou seja, há cultivares pouco perfilhadoras que necessitam de elevados aportes de sementes, mesmo em ambientes favoráveis ao desenvolvimento da cultura (Figura 3a).



Fotos: J. S. Foloni

Figura 3. Genótipos de trigo perfilhador e não perfilhador (a), e estande inicial da lavoura na fase de duas a três folhas desdobradas por planta (b).

Vale reforçar que o índice de sobrevivência de plantas, ou melhor, o número de sementes viáveis que de fato gerarão plantas adultas, assim como, a capacidade de perfilhamento da cultura, guardam forte relação com as condições de ambiente e manejo: regime de chuvas, variação térmica, qualidade e quantidade de palhada no sistema plantio direto, qualidade fisiológica e sanitária das sementes, pragas e doenças de solo, compactação do solo, tratamento de sementes com produtos fitossanitários, fitotoxicidade gerada por agroquímicos, entre outros.

O rendimento de grãos da cultura do trigo é resultante do balanço entre três componentes de produção: número de espigas/m², número de grãos/espiga e massa média de grãos. Esses componentes apresentam variações interdependentes e são capazes de compensar um ao outro, dentro de determinados limites (HOLEN et al., 2001; PRYSTUPA et al., 2004; ARDUINI et al., 2006). Há outros atributos morfológicos das plantas de trigo que podem contribuir nas explanações acerca de interações entre genótipo, ambiente e manejo, como por exemplo: número de perfilhos férteis/

planta, número de espiguetas/espiga, número de grãos/espiguetas, etc.

Para exemplificar a importância do estande de plantas no rendimento da cultura, apresentam-se na Figura 4 alguns resultados de número de plantas emergidas/m² e de número de espigas/m² em razão da densidade de semeadura. Esses dados foram gerados com a cultivar BRS Tangará na safra 2011, utilizando-se 150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m², em experimentos realizados em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, respectivamente.

Nota-se na Figura 4a que o aumento da população inicial de plantas foi diretamente proporcional ao aporte de sementes. Portanto, com base neste e em vários outros exemplos, para a instalação das cultivares BRS recomenda-se utilizar o conceito de número de plantas por unidade de área, e não o de densidade de semeadura, e os ajustes das quantidades de sementes devem ser feitos caso a caso de acordo com o posicionamento dos profissionais de assistência técnica.

Para definir a quantidade de semente para alcançar uma determinada população inicial de plantas de trigo, é possível utilizar a seguinte equação:

$$\text{Sementes/m}^2 = a/[(b/100) \times (c/100)]$$

Onde:

a = população inicial de plantas desejada, em plantas/m² (ex: 250 plantas/m²);

b = potencial de germinação da semente, em porcentagem (ex: 95%);

c = índice de sobrevivência da semente no campo, em porcentagem (ex: 95%).

Exemplo:

$$\text{Sementes/m}^2 = 250/[(95/100) \times (95/100)] = 277 \text{ sementes/m}^2$$

No que diz respeito ao número de espigas/m² em função da densidade de semeadura, verifica-se na Figura 4b que há limites para esta relação. No presente estudo, cerca de 250 a 350 sementes aptas/m² foram suficientes para que a lavoura alcançasse o máximo número de espigas por unidade de área. Esses resultados indicam a forte influência do perfilhamento sobre o estabelecimento da cultura, e por consequência, sobre o rendimento de grãos. Portanto, fica evidente que adicionar mais sementes não significa, necessariamente, avançar na produtividade.

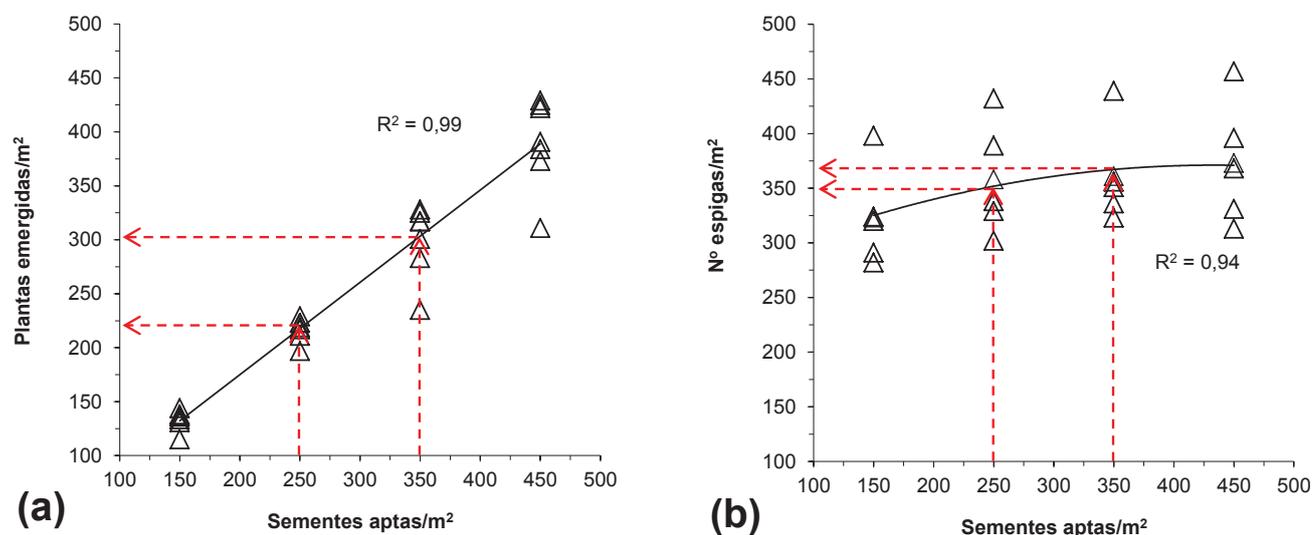


Figura 4. Plantas emergidas/m² (a) e número de espigas/m² (b) em razão da densidade de semeadura na instalação do trigo. Resultados obtidos com a cultivar BRS Tangará, a partir de experimentos realizados em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina na safra 2011. A avaliação da população inicial da lavoura foi realizada quando as plantas apresentavam de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do perfilhamento. O número de espigas/m² foi quantificado por ocasião da colheita.

Na Figura 5, estão apresentados os resultados de produtividade de trigo em função da população inicial de plantas. Esses dados foram obtidos a partir

da média de seis cultivares (BRS 208, BRS 220, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota e BRS Galha-Azul), instaladas com 150, 250, 350 e 450 semen-

tes aptas/m² em experimentos conduzidos em Ponta Grossa, Cascavel e Londrina na safra 2011.

Verifica-se que estandes superiores a 250 plantas/m² não proporcionaram incrementos na produtividade de grãos, nos três locais estudados (Figura 5). Em Ponta Grossa e Londrina, as densidades em torno de 250 a 350 sementes aptas/m² foram suficientes para gerar 250 plantas emergidas/m², que por sua vez, possibilitou o máximo rendimento de grãos. Por outro lado, em Casca-

vel, onde houve estiagem prolongada por mais de 20 dias logo após a instalação da cultura, foram necessárias de 350 a 450 sementes aptas/m² para estabelecer a população inicial de cerca de 250 plantas/m², que também permitiu o máximo rendimento de grãos. A partir desses e de outros exemplos, entende-se que a densidade de semeadura deve ser ajustada em razão das condições de cultivo, desde que proporcione uma população de plantas adequada para que o genótipo possa expressar o seu máximo potencial produtivo.

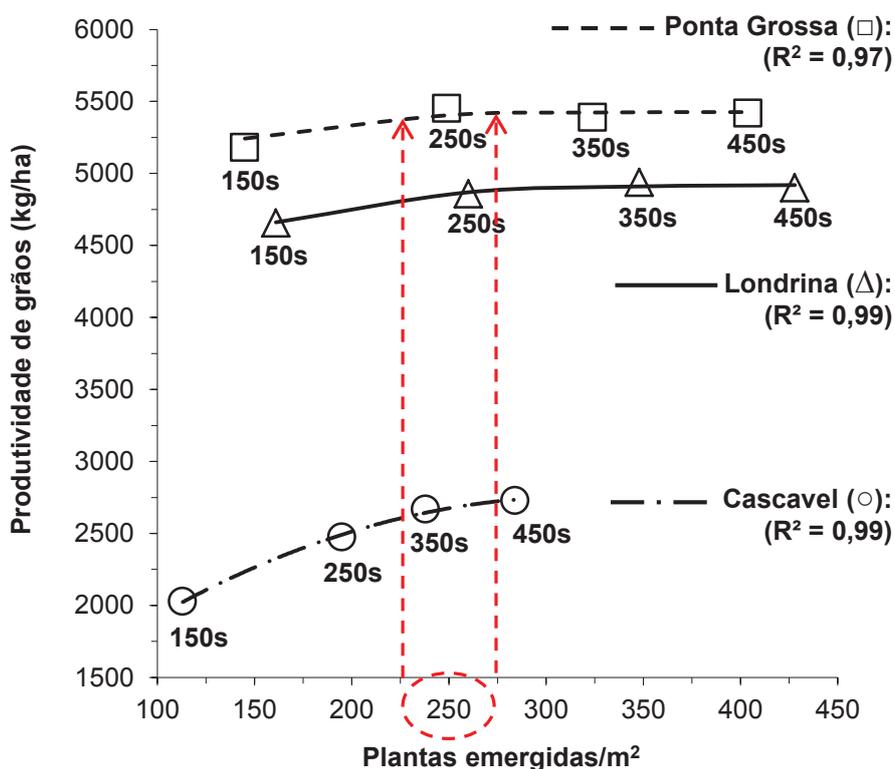


Figura 5. Produtividade de grãos em razão da população inicial de plantas, em experimentos realizados em Ponta Grossa/PR (□), Londrina/PR (△) e Cascavel/PR (○) na safra 2011. Nos cálculos foram consideradas as médias de seis cultivares de trigo (BRS 208, BRS 220, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota e BRS Galha-Azul). Os dados apresentados 150s, 250s, 350s e 450s representam as densidades de semeadura de 150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m², respectivamente. A avaliação da população inicial da lavoura foi realizada quando as plantas apresentavam de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do perfilhamento.

Com base em um conjunto expressivo de resultados obtidos nos últimos anos nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, é possível afirmar que as cultivares BRS de trigo estão entre as mais perfilhadoras do mercado. Essa característica genética tem sido historicamente trabalhada no programa de melhoramento da Embrapa, visto que o elevado vigor vegetativo reduz gastos com sementes e aumenta a estabilidade da lavoura perante adversidades climáticas.

Na Tabela 1 estão apresentadas as indicações de população inicial de plantas para as cultivares

BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Gaivota, BRS Galha-Azul e BRS Sabiá, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná.

A BRS Gaivota e a BRS Sabiá necessitam de maiores aportes de sementes quando instaladas em regiões mais quentes, ou seja, nas MRTs 2 e 3 em altitudes abaixo de 700 m (Tabela 1), onde apresentam menor capacidade de perfilhamento. Por sua vez, a BRS Tangará, BRS Pardela e BRS Galha-Azul perfilham bem em todas as condições de cultivo.

Tabela 1. População inicial de plantas para cultivares BRS de trigo indicadas para as macrorregiões tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná.

Cultivar	MRTs 1 e 2 (Altitudes > 700 m)	MRTs 2 e 3 (Altitudes < 700 m)
	----- Plantas emergidas/m ² -----	
BRS Tangará	250 a 300	
BRS Pardela	250 a 300	
BRS Gaivota	250 a 300	300 a 350
BRS Gralha-Azul	250 a 300	
BRS Sabiá	250 a 300	300 a 350

MRT 1: Centro-sul e Sudeste do PR; MRT 2: Oeste, Sudoeste, Nordeste e Centro-leste do PR; MRT 3: Norte e Noroeste do PR. Observação (1): A população inicial da lavoura deve ser avaliada quando as plantas apresentarem de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do perfilhamento. Observação (2): Os valores de população inicial de plantas são sugeridos para lavouras de trigo a serem instaladas sobre palhada de soja no sistema plantio direto.

Resumidamente, os agricultores alcançarão os máximos rendimentos de grãos com as cultivares BRS quando os estandes variarem de 250 a 350 plantas/m², ou com 40 a 70 plantas emergidas por metro de linha de lavoura, para espaçamentos entrelinhas de 0,17 a 0,20 m.

A avaliação do estande inicial da lavoura de trigo deve ser feita logo após a emergência das plantas, quando as mesmas apresentarem de duas e três folhas desdobradas, antes do início da fase de perfilhamento (Figura 3b).

É importante frisar que as recomendações de população inicial de plantas apresentadas na Tabela 1 foram calculadas a partir de uma série de experimentos conduzidos sobre palhada de soja no sistema plantio direto. Portanto, caso haja intenção de semear trigo sobre palhada de milho, indica-se utilizar de 10% a 20% a mais de sementes em relação às quantidades supracitadas (Tabela 1).

Adubação Nitrogenada

O manejo da adubação nitrogenada do trigo tem gerado muita controvérsia nos últimos anos no Brasil. Há questionamentos de toda a ordem, como por exemplo, sobre o estágio fenológico da cultura em que o N deve ser ministrado, sobre novas formulações de fertilizantes, modos de aplicação de N, distinção

de resposta ao N entre cultivares e/ou ambientes de produção, uso de inoculantes a base de *Azospirillum*, entre outros.

No que diz respeito às cultivares BRS, buscou-se elaborar um conjunto específico de indicações fitotécnicas para aprimorar a eficiência de uso do N-adubo, fundamentado em vários experimentos conduzidos nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná. Diante de todos os dados gerados, foi possível identificar duas informações primordiais: (1) O excesso de N tem sido a principal causa de acamamento do trigo, para todas as condições de interação entre genótipo e ambiente; e (2) As cultivares BRS têm alcançado elevadas produtividades com doses relativamente baixas de N, para grande parte das situações de cultivo.

O alumínio (Al) tóxico em subsuperfície do solo é um importante fator a ser considerado no manejo do N para as cultivares BRS. São inquestionáveis os benefícios da calagem e gessagem, e a lavoura tritícola deve ser instalada em solos corrigidos com saturação por bases (V) da ordem de 70% na camada de 0 a 20 cm de profundidade (CBPTT, 2014). Contudo, nas camadas abaixo de 20 cm, onde geralmente há elevados teores de Al, o crescimento radicular da maioria das culturas é prejudicado.

Do ponto de vista conceitual, além da adubação nitrogenada, há oferta de N-mineral a partir da decomposição da matéria orgânica do solo (MO) e da

palhada no sistema plantio direto (CANTARELLA, 2007; WIETHÖLTER, 2011). Esse N-mineral, em condições de baixa acidez e elevada aeração, tende a acumular-se na forma de ânion nitrato (NO_3^-) devido ao processo de nitrificação, porém, o NO_3^- é muito móvel e sofre lixiviação no perfil (ADAMS & MARTIN, 1984).

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa tem priorizado cultivares com elevada tolerância ao Al tóxico do solo. Significa que a lavoura tem maior potencial para explorar camadas mais profundas do perfil do solo, podendo acessar maiores quantida-

des de N-NO_3^- . Essa abordagem sobre eficiência de extração de N ajuda a elucidar os recorrentes casos em que as cultivares BRS atingem níveis excelentes de produtividade com o mínimo de N-adubo, tal como apresentado nas Figuras 6 e 7.

Na Figura 6, verifica-se que a BRS Galha-Azul não respondeu à adubação nitrogenada, com duas densidades de semeadura em experimentos realizados em Londrina e Ponta Grossa na safra 2011. As altas produtividades alcançadas reforçam a argumentação sobre o vigoroso crescimento vegetativo e o alto potencial de extração de N do solo.

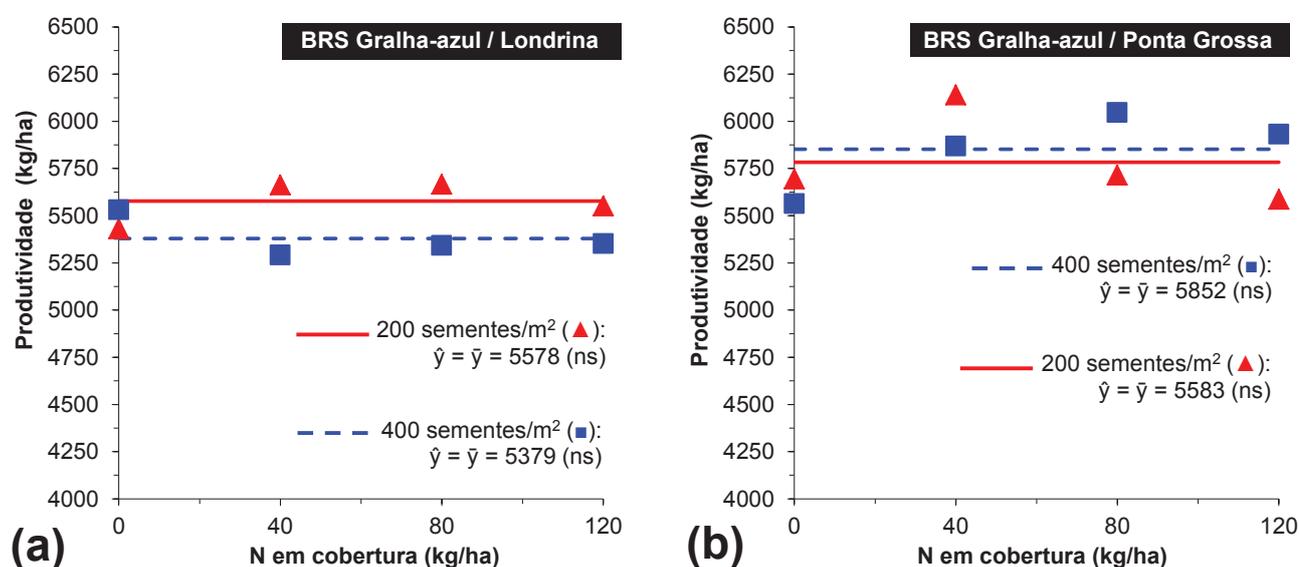


Figura 6. Produtividade de grãos da cultivar BRS Galha-Azul em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b) em razão da adubação nitrogenada de cobertura com 0, 40, 80 e 120 kg/ha de N no início do perfilhamento, em lavouras instaladas com 200 e 400 sementes aptas/m², na safra 2011. Todas as unidades experimentais receberam 20 kg/ha de N nos sulcos de semeadura. ns: não significativo estatisticamente.

Observa-se na Figura 7 a resposta à adubação nitrogenada da BRS Galha-Azul e de outra cultivar classificada como exigente em fertilidade do solo, em experimentos realizados em Londrina e Ponta Grossa na safra 2012. Considerando-se somente a condição de ausência de N-adubo, em Londrina houve diferença de 10 sacas/ha a favor da BRS Galha-Azul (eficiente), em relação à cultivar exigente em N (Figura 7a). Em Ponta Grossa, também na situação em que não houve adubação nitrogenada, a BRS Galha-Azul superou em 18 sacas/ha a cultivar exigente (Figura 7b). Destaca-se novamente a capacidade da genética BRS em extrair N do solo.

O modo de aplicação de N também é importante para aumentar a eficiência de uso dos fertilizan-

tes, bem como, para reduzir o acamamento. No caso das cultivares BRS, indica-se priorizar a adubação nitrogenada de semeadura, em detrimento do N em cobertura. O N adicionado na adubação de base estimula a formação de perfilhos, os quais guardam relação direta com o número de espigas/m², que por sua vez, é um forte componente de produção da cultura.

Wiethölter (2011) também enfatiza que quando o trigo é instalado sobre a palhada de milho, e especialmente quando há abundância de restos culturais, é fundamental antecipar todo ou parte expressiva do N que seria aplicado em cobertura, pois, o prejuízo à lavoura pode ser irreversível em razão da intensa imobilização do nutriente no processo de mineralização da palhada.

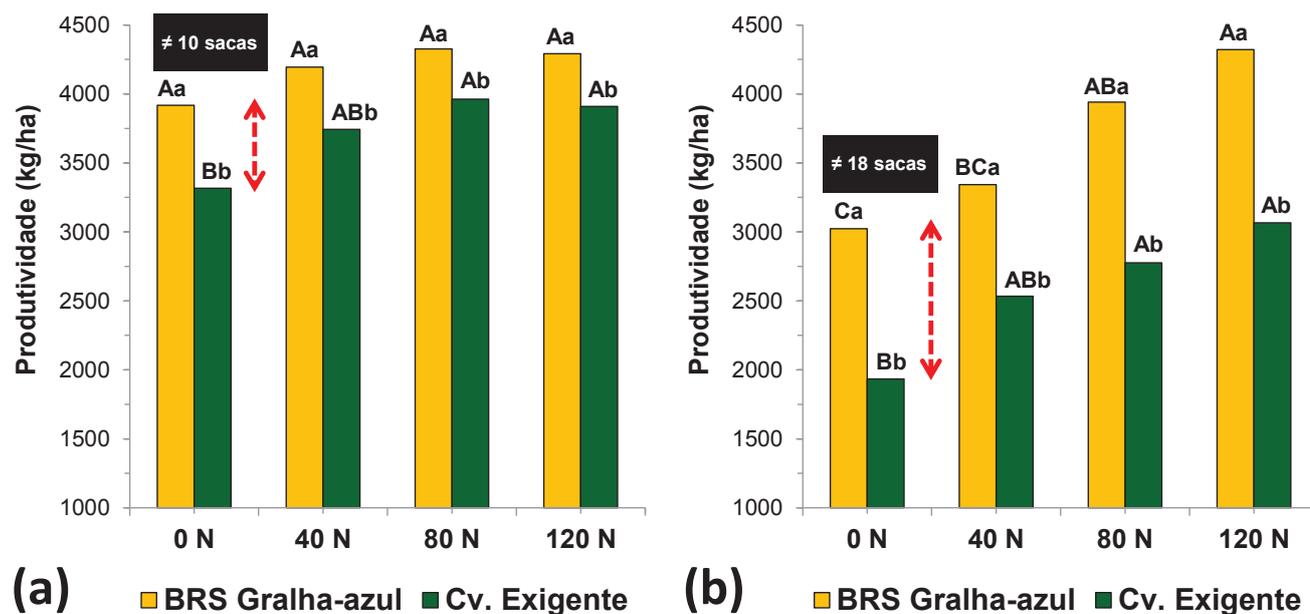


Figura 7. Produtividade da BRS Gralha-Azul e de outra cultivar classificada como exigente em fertilidade do solo, em experimentos realizados em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b), submetidas à aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg/ha de N em cobertura no perfilhamento, na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as cultivares dentro de cada dose de N, e as maiúsculas comparam as doses de N dentro de cada cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 8a, estão apresentados os efeitos do modo de aplicação de N (semeadura e cobertura) no acamamento do trigo, e a adubação de cobertura favoreceu sobremaneira o problema. A explicação pode ser feita da seguinte forma: em termos de desenvolvimento fenológico da cultura, sabe-se que ao final do perfilhamento as plantas

de trigo sofrem diferenciação floral e inicia-se a fase de alongamento dos colmos. Portanto, se o N for aplicado em cobertura no pleno perfilhamento, ou seja, no período que antecede o alongamento, há tendência de aumento do comprimento dos entrenós dos colmos, tornando as plantas estioladas e mais suscetíveis ao acamamento.

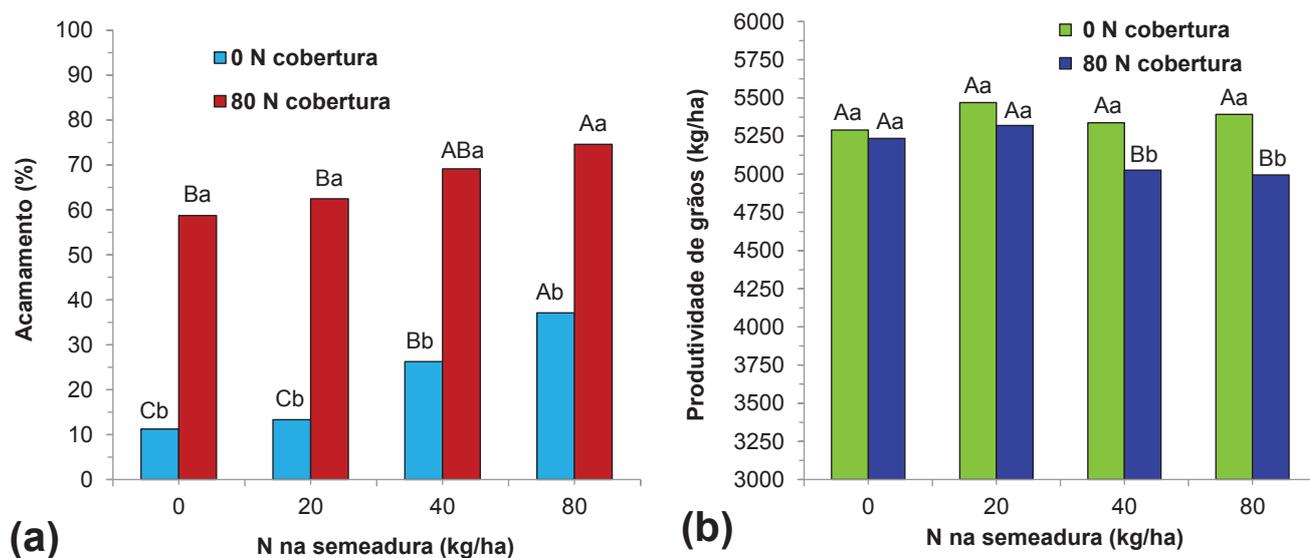


Figura 8. Acamamento de plantas (a) e produtividade de grãos (b) da cultivar BRS Tangará em razão da adubação nitrogenada na semeadura com 0, 20, 40 e 80 kg/ha de N, combinada com a adubação de cobertura no perfilhamento com 0 e 80 kg/ha de N, em experimento conduzido com irrigação em Londrina na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as doses de N em cobertura dentro de cada dose de N na semeadura, e as maiúsculas comparam as doses de N na semeadura dentro de cada dose de N em cobertura, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo sabendo das vantagens de se fazer a adubação nitrogenada na semeadura do trigo, é preciso ter cuidado com a fonte e dose de N a serem ministradas. Na Figura 9, nota-se que houve expressivo prejuízo à população inicial de plantas de trigo quando a ureia foi utilizada na composição do adubo NPK que foi aplicado na semeadura, tanto em Londrina como em Ponta Grossa.

No que se refere às fontes nitrogenadas, no Brasil são utilizadas basicamente as que contêm N solúvel na forma amídica [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], amoniacal (NH_4^+) e/ou nítrica (NO_3^-) (CANTARELLA & MONTEZANO, 2010). No entanto, a ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] tem sido a fonte mais empregada por causa do baixo custo por unidade de N, resultante da elevada eficiência de fabricação e do menor dispêndio com transporte (CANTARELLA, 2007; CANTARELLA & MONTEZANO, 2010).

Caso opte-se pela ureia para fazer a adubação de semeadura, é preciso saber que no processo de transformação do N-amídico em N-amoniacal pode haver acúmulo do gás amônia (NH_3) no volume de solo próximo às sementes e plântulas, e este gás pode ser tóxico à lavoura (GRANT & BAILEY, 1999; KARAMANOS et al., 2003). Wiethölter (2011) também alerta sobre os riscos da ureia na adubação de base do trigo, e recomenda que este adubo seja mantido a uma distância mínima de 2,5 cm em relação às sementes, com restrições também quanto à dose.

Portanto, fica claro que na adubação de semeadura do trigo devem ser priorizadas formulações que contenham N na forma de nitrato (NO_3^-) e/ou amônio (NH_4^+), tais como: Nitrato de amônio (32% de N), Fosfato monoamônico – MAP (9% de N e 48% de P_2O_5), Fosfato diamônico – DAP (16% de N e 45% de P_2O_5), etc.

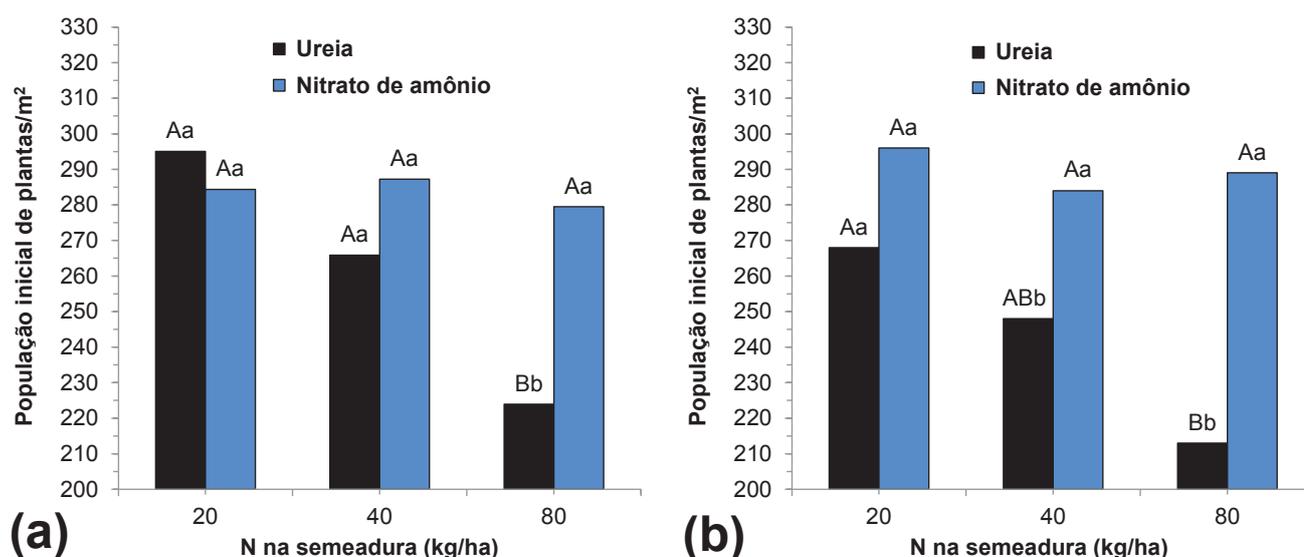


Figura 9. População inicial de plantas de trigo em função da aplicação de doses de N nos sulcos de semeadura da lavoura com as fontes ureia e nitrato de amônio, em Londrina/PR (a) e Ponta Grossa/PR (b) na safra 2012. Letras minúsculas nas colunas comparam as fontes nitrogenadas dentro de cada dose de N, e as maiúsculas comparam as doses de N dentro de cada fonte, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O número de plantas/m² foi determinado quando as mesmas apresentavam de duas a três folhas desdobradas.

No que diz respeito à adubação nitrogenada de cobertura, se houver necessidade, recomenda-se aplicar o fertilizante logo após a emergência da cultura, quando as plantas apresentarem de duas a três folhas desdobradas, ou seja, antes do início do perfilhamento. As vantagens técnicas de se antecipar a adubação de cobertura são as mesmas mencionadas anteriormente: (1) O N-adubo tem por objetivo estimular a formação de perfilhos, os quais

têm forte relação com o rendimento de grãos; e (2) O N aplicado no final do perfilhamento, no período que antecede o alongamento dos colmos, pode favorecer o acamamento.

Na adubação de cobertura do trigo, caso seja escolhida a fonte ureia, é preciso considerar que em condições de temperatura e umidade adequadas, quando o adubo permanece exposto sobre a

palhada, no processo de transformação do N-amídico em N-amoniaco pode haver perdas expressivas de N por volatilização (CANTARELLA, 2007; CANTARELLA & MONTEZANO, 2010). Sendo assim, em lavouras de sequeiro, a ureia deve ser aplicada, sempre que possível, quando houver previsão eminente de chuva, porque o fertilizante precisa ser dissolvido e infiltrado rapidamente no solo para que possa ser aproveitado com maior eficiência pelas plantas.

A prescrição da adubação nitrogenada deve ser compreendida no contexto da lucratividade.

Assim, para que se possa interferir na lavoura de maneira vantajosa é preciso criar procedimentos de manejo que associem diferentes fatores de produção, tais como, clima, genótipo, eficiência operacional, etc.

Na Tabela 2, estão apresentadas as indicações de doses de N para as cultivares BRS de trigo nas macrorregiões tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná, considerando-se os critérios de nível de produtividade esperada e da cultura antecessora no sistema plantio direto (SPD), ou seja, sobre palha de soja ou de milho.

Tabela 2. Indicação de doses de N para cultivares BRS de trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, considerando-se o nível de produtividade esperada e a cultura antecessora no SPD.

Produtividade Esperada	N semeadura ⁽¹⁾	N cobertura ⁽²⁾			
		MRTs 2 e 3 (Altitudes < 700 m)		MRTs 1 e 2 (Altitudes > 700 m)	
		Palha Soja	Palha Milho	Palha Soja	Palha Milho
kg/ha	kg/ha	kg/ha			
2.000 a 3.000	20 a 40	0	40	40	60
3.000 a 4.000	20 a 40	40	60	60	80
4.000 a 5.000	20 a 40	60	80	80	100
> 5.000	20 a 40	80	100	100	120

MRT 1: Centro-sul e Sudeste do PR; MRT 2: Oeste, Sudoeste, Nordeste e Centro-leste do PR; MRT 3: Norte e Noroeste do PR. ⁽¹⁾ Na adubação de semeadura recomenda-se de 20 a 30 kg/ha de N para o trigo após soja, e de 30 a 40 kg/ha de N para o trigo após milho. ⁽²⁾ Doses relativamente elevadas de N em cobertura, dentro dos níveis estabelecidos, devem ser ministradas somente em áreas com histórico de altas produtividades de trigo, de acordo com o critério de nível de produtividade esperada.

O conceito de produtividade esperada contempla o ambiente de produção e a tecnologia a ser adotada no sistema de cultivo. Em termos práticos, há razões objetivas para se considerar este critério na definição das doses de N (RAIJ et al., 1997), a saber: (1) Lavouras mais produtivas requerem maiores quantidades de nutrientes, ou seja, as plantas acumulam mais biomassa e tendem a esgotar mais rapidamente as reservas do solo; e (2) Em ambientes de produção em que as produtividades são relativamente maiores, em geral, há maior lucratividade, o que permite maiores investimentos em fertilizantes.

Outro critério empregado na Tabela 2 é o de classe

de resposta à adubação nitrogenada. Neste trabalho foram consideradas quatro classes de resposta para definir as doses de N, em razão do clima e da cultura antecessora no SPD.

Quanto ao clima, foram estabelecidas duas grandes classes de resposta ao N para as diferentes macrorregiões tritícolas (MRTs) do Estado (Figura 2), definidas em razão das temperaturas médias que ocorrem ao longo do inverno e das épocas de semeadura do trigo.

Nas MRTs 2 e 3, nas áreas com altitudes abaixo de 700 m, em geral o trigo é semeado nos meses

de abril e maio, e o início do desenvolvimento da cultura acontece quando as temperaturas médias diárias são relativamente elevadas. Por outro lado, nas MRTs 1 e 2, em altitudes acima de 700 m, comumente o trigo é instalado entre junho e julho, e a fase vegetativa das plantas ocorre quando as temperaturas são mais baixas.

Do ponto de vista teórico, é possível elucidar essas diferenças de ambiente para resposta ao N da seguinte forma: (1) Quando as temperaturas são relativamente altas, e não há restrição de outros fatores ambientais, a taxa de mineralização do N-orgânico no SPD tende a ser alta, acarretando em maior oferta de N-mineral para a lavoura no curto prazo; e (2) O inverso também é verdadeiro, ou seja, em regiões em que as temperaturas são baixas, o processo de mineralização do N-orgânico comumente é lento, com menor oferta do nutriente para as plantas (CANTARELLA, 2007; PIRES et al., 2011; WIETHÖLTER, 2011).

Sendo assim, nas MRTs 2 e 3 do Paraná, em localidades abaixo de 700 m, as cultivares BRS de trigo em geral são menos responsivas ao N-adubo, pois frequentemente há maior disponibilização de N oriundo da MO no SPD. Em contrapartida, nas MRTs 1 e 2, em áreas acima de 700 m, as cultivares BRS são mais responsivas ao N-adubo, visto que o suprimento de N-nativo na maioria das vezes é deficiente.

No que se refere à cultura antecessora, sabe-se que a grande maioria das lavouras tritícolas no Paraná tem sido instalada sobre palhada de soja ou de milho no SPD, e a Tabela 2 foi elaborada em razão de informações obtidas nessas duas condições de cultivo.

Quando os restos culturais apresentam baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), menor que 20/1, como no caso da soja, a demanda por N dos microrganismos no processo de decomposição da cobertura morta é satisfeita rapidamente, e o N-mineral em excesso é mais facilmente liberado na solução do solo e fica disponível para as plantas. Por outro lado, se a relação C/N for alta, maior que 30/1, como no caso da palhada de milho, a quantidade de N mineralizado não é suficiente para atender a demanda dos microrganismos, os quais imobilizam o N-mineral (NH_4^+ e NO_3^-) da solução do solo, reduzindo a oferta para a lavoura (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

A partir da análise dos dados apresentados na Tabela 2, pode-se destacar:

- (1) Na adubação de semeadura deve-se utilizar de 20 a 30 kg/ha de N na lavoura de trigo após soja, e de 30 a 40 kg/ha de N no trigo após milho;
- (2) Na adubação de cobertura, as maiores doses de N devem ser ministradas somente em áreas com histórico de altas produtividades de trigo, de acordo com os critérios de nível de produtividade esperada e de classe de resposta.

Existe outra questão bastante polêmica que envolve o manejo do N na cultura do trigo. Algumas empresas brasileiras de melhoramento genético recomendam a aplicação tardia de N na fase de espigamento da lavoura para incrementar a qualidade de farinha. Alega-se que determinadas cultivares possuem alto potencial produtivo, mas são geneticamente classificadas como de qualidade industrial inferior, o que justificaria, em tese, o investimento em N no pós-espigamento.

É preciso ressaltar que as cultivares BRS não necessitam de adubação nitrogenada para viabilizar a qualidade de farinha. Historicamente, a Embrapa tem priorizado a qualidade industrial do trigo no programa de melhoramento, ou seja, as cultivares ofertadas sempre foram plenamente aceitas pela indústria moageira. Portanto, o único propósito do aporte de N-adubo é o de atender a demanda nutricional da lavoura, no sentido de proporcionar o máximo rendimento de grãos.

Para a formação da porção proteica dos grãos de trigo, a maior parte do N é remobilizada de outros órgãos da planta no decorrer da fase de enchimento de grãos. Assim, eventos pós-espigamento, tais como, elevadas temperaturas, deficiência hídrica, oferta de nutrientes, etc., podem influenciar a composição proteica e/ou amilácea da farinha.

É sabido, por meio de revisão de literatura, principalmente a partir de trabalhos realizados em algumas regiões da Europa e da América do Norte, que quando se aplica N em estádios mais tardios da planta de trigo (fase reprodutiva) há aumento na porcentagem da proteína total do grão e, na maioria das vezes, nas condições de cultivo dessas regiões de clima temperado do hemisfério norte, há incremento da força de glúten (valor de W). No entanto,

nas condições ambientais do Brasil isso não tem acontecido.

A CBPTT (2014) também reforça que a aplicação tardia de N em cobertura, após a fase de embotramento, geralmente não afeta o rendimento de grãos, mas pode aumentar o teor de proteína do grão, sem que, necessariamente, em todas as situações, o valor de W seja alterado a ponto de modificar a classificação comercial do produto colhido.

Do ponto de vista prático, é preciso considerar que a resposta ao N para qualidade de farinha é altamente influenciada pela interação entre genótipo e ambiente. Nesse sentido, são comuns resultados contraditórios e extremamente variados entre locais e anos de cultivo, em todas as regiões tritícolas brasileiras. Além disso, reafirma-se que não há como extinguir a dependência existente entre qualidade e genética. Portanto, caso haja intenção de criar uma tecnologia de adubação nitrogenada para valorizar a qualidade industrial do trigo, seria necessário desenvolver um método específico para cada cultivar, de maneira bastante detalhada para cada ambiente de produção.

Redutor de Crescimento

As espécies vegetais produzem naturalmente hormônios que atuam nos seus processos fisiológicos, sendo os mais conhecidos as auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. Por sua vez, os reguladores vegetais ou fitorreguladores são assim denominados para que sejam distinguidos dos hormônios, pois, são substâncias sintéticas aplicadas exogenamente com o intuito de influenciar os processos fisiológicos, visando o incremento de produtividade, a qualidade de produtos e/ou a otimização do manejo (TAIZ & ZEIGER, 2004; DAVIES, 2007).

Entre os fitorreguladores há os redutores de crescimento, que são utilizados para inibir a síntese de giberelinas que promovem a expansão de tecidos vegetais, tal como no processo de alongamento de entrenós de ramos e caules que resulta no aumento da altura de plantas. Para o manejo de cereais, por exemplo, há recomendação de inibidores de giberelinas visando a redução do porte das lavouras e do acamamento (TAIZ & ZEIGER, 2004).

No Brasil há indicação de uso do redutor de crescimento trinexapac-etil para manejo do acamamento

na cultura do trigo, e esta substância é disponibilizada aos agricultores na forma do produto comercial Moddus®, devidamente registrado no Ministério da Agricultura (AGROFIT, 2015).

De acordo com a CBPTT (2014), o trinexapac-etil somente deve ser recomendado para cultivares de trigo suscetíveis ao acamamento, em solos de elevada fertilidade e em condições de alta oferta hídrica. Rodrigues et al. (2003) também reforçam que o trinexapac-etil é tecnicamente vantajoso quando há risco eminente de acamamento, associado à perspectiva de elevadas produtividades, caso contrário haverá apenas aumento de custo.

É importante lembrar que as cultivares de trigo respondem de maneira variada ao trinexapac-etil, e tais respostas geralmente estão associadas ao ambiente e manejo. Portanto, é indispensável que se faça a validação regional para a indicação deste produto (ZAGONEL et al., 2007; PENCKOWSKI, 2009).

Há recorrentes discussões sobre o uso do trinexapac-etil para melhorar a arquitetura de planta, com o objetivo de tornar as folhas de trigo mais eretas para que possam explorar com maior eficiência a luz incidente no dossel vegetal. Porém, no que diz respeito às cultivares BRS, o redutor de crescimento somente é indicado para manejo de acamamento, ou seja, não há respaldo para o uso deste produto para outras finalidades.

O acamamento na cultura do trigo pode acarretar prejuízos pequenos ou insignificantes quando há apenas o envergamento dos colmos e não ocorre a quebra dos mesmos (ou dobramento). Porém, se houver obstrução dos feixes vasculares e o fluxo de seiva for comprometido, há perdas expressivas de produtividade. Além disso, nas lavouras acamadas há maior exposição das espigas à umidade por ficarem mais próximas do solo, o que pode favorecer a proliferação de fungos e a germinação de grãos em pré-colheita, somados também a entraves operacionais de colheita (CRUZ, 2001; ZAGONEL et al., 2007; RODRIGUES et al., 2003; FERNANDES, 2009).

Problemas de manejo também podem resultar no acamamento do trigo: (1) Altas densidades de semeadura que geram competição por luz no dossel vegetal, tornando as plantas estioladas; (2) Excesso de N que causa desbalanço nutricional e crescimento exagerado da lavoura; e (3) Baixo desenvolvi-

mento radicular em razão da compactação do solo e/ou devido a problemas fitossanitários.

No que se refere às cultivares BRS, com base em experimentos realizados nas últimas safras nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, foi possível definir que a principal causa do acamamento do trigo é o excesso de N, para todas as condições de interação entre genótipo e ambiente.

A segunda maior causa do acamamento é a compactação do solo no SPD. A lavoura de trigo é instalada por meio de máquina semeadora sem o uso de hastes escarificadoras (“botinhas” ou “facões”) nos sulcos, sendo assim, em áreas argilosas com alta resistência à penetração de raízes o trigo tem apresentado problemas de ancoragem.

Apesar de ser importante em algumas situações de cultivo, aconselha-se ter cuidado no uso do redutor de crescimento, pelo fato de desencadear efeito hormonal sobre a planta. Em termos práticos, significa que são frequentes as injúrias de fitotoxicidade, inclusive com prejuízos de produtividade. No jargão agrônomo é comum ouvir que o redutor de crescimento é um produto “extremamente técnico”.

O estágio fenológico da cultura do trigo no qual o redutor de crescimento deve ser aplicado é outro fator-chave para o sucesso da técnica. Para as cultivares BRS indicadas para o Paraná, o trinexapac-etil tem o seu melhor desempenho quando ministrado no início da fase de alongamento dos colmos (elongação), ou seja, no estágio de primeiro nó visível e segundo perceptível (ao tato) do colmo principal das plantas. Na prática, para definir a campo este momento da lavoura, aconselha-se fazer amostragens e confirmar a aplicação quando cerca de 50% das plantas estiverem no estágio indicado.

Com base em dados experimentais, observações a campo e relatos, apontam-se alguns cuidados a serem respeitados no uso de trinexapac-etil nas cultivares BRS de trigo, a saber: (1) Evitar qualquer mistura em tanque de agroquímicos, tais como, óleos adjuvantes na calda de pulverização; (2) Ter cuidado com aplicações sequenciais de herbicida e redutor de crescimento (Ex: 2,4-D); (3) Ficar atento em áreas com histórico de altas infestações de manchas foliares, pois, a redução do porte das plantas pode favorecer a proliferação dessas doenças; e (4) Em lavouras de trigo instaladas sobre palhada de milho, os restos culturais de eleva-

da relação C/N normalmente reduzem a oferta de N no sistema de cultivo, de tal forma que o porte das plantas e o acamamento ficam menores, dispensando o uso de redutor na maioria dos casos.

As cultivares BRS de trigo indicadas para o Paraná apresentam a seguinte classificação de acamamento:

- BRS Tangará: moderadamente resistente;
- BRS Pardela: moderadamente suscetível;
- BRS Galha-Azul: moderadamente suscetível;
- BRS Gaivota: resistente;
- BRS Sabiá: moderadamente resistente.

Existem três táticas de manejo do acamamento na cultura do trigo: genética (cultivar resistente), cultural (doses de N, densidade de semeadura, etc.) e química (redutor de crescimento). Nesse contexto, é preciso considerar que o acamamento pode não ocorrer mesmo quando a cultivar é suscetível, ou seja, se as condições de lavoura não forem propícias ao problema não há necessidade de usar o manejo químico (redutor).

Por outro lado, caso as condições sejam favoráveis ao acamamento, indica-se o trinexapac-etil para a BRS Galha-Azul, BRS Tangará e BRS Sabiá. Nessas situações deve-se utilizar a dose de Moddus® recomendada pelo fabricante, da ordem de 400 mL/ha do produto comercial.

Não há recomendação de trinexapac-etil para a BRS Gaivota, por ser resistente ao acamamento.

Para a BRS Pardela é preciso ter cautela, visto que recorrentemente apresenta fortes sintomas de toxicidade em razão do uso de redutor, com significativa perda de produtividade em muitos casos. Sendo assim, recomenda-se aplicar somente 50% da dose indicada pelo fabricante do trinexapac-etil, ou seja, cerca de 200 mL/ha do produto comercial Moddus®.

É possível ter alguma previsibilidade sobre o acamamento do trigo. No caso das cultivares BRS supracitadas, deve-se ficar atento nas seguintes situações:

1. Quando as lavouras são instaladas com altas densidades de semeadura, no limite máximo ou

acima das quantidades recomendadas, em áreas férteis conduzidas no SPD por vários anos consecutivos com soja no verão, em solos argilosos com expressivo grau de compactação, se a precipitação pluvial atingir níveis acima do previsto no período que antecede o alongamento dos colmos (final do perfilhamento);

2. Quando as lavouras são submetidas ao excesso de N, por erros de adubação e/ou por questões intrínsecas à condição de cultivo (solos férteis com altos teores de MO, áreas sujeitas à adubação orgânica frequente, soja no verão por vários anos consecutivos, etc.), se a precipitação pluvial atingir níveis acima do previsto no período que antecede o alongamento dos colmos (final do perfilhamento).

Considerações Finais

A cultura do trigo é importante para diversos sistemas de produção, não só pelos valores monetários gerados com a venda de grãos, mas também pelos benefícios técnicos indiretos agregados, como por exemplo, para o manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, no controle da erosão do solo, na reciclagem de nutrientes, entre outros.

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa no Paraná tem sido vitorioso nos últimos anos, no sentido de contribuir com cultivares de elevado potencial produtivo, de expressiva resistência a doenças, adaptabilidade a diferentes ambientes e com alta qualidade de farinha.

Contudo, a cada nova cultivar lançada no mercado é preciso que se faça todo o posicionamento fitotécnico e a caracterização de atributos agrônômicos, no contexto dos sistemas de produção em que está sendo recomendada. Os trabalhos de fitotecnia, portanto, são imprescindíveis para que a tecnologia genética tenha sucesso no cotidiano do agricultor.

Referências

ADAMS, F.; MARTIN, J.B. Liming effects on nitrogen use and efficiency. In: HAUCK, R.D. (Ed.). **Nitrogen in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 417-426.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Ministério da Agricultura do Governo Federal. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

ARDUINI, I.; MASONI, A.; ERCOLI, L.; MARIOTTI, M. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. **European Journal Agronomy**, v. 25, p. 309–318, 2006.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos. (Ed.). **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Curitiba: Embrapa Florestas; Londrina: IAPAR, 2008. 74 p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z.F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI - Brasil, 2010. p. 5-46.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in red latosol in the State of Parana, Brasil. **Soil & Tillage Research**, v. 65, p. 45-51, 2002.

CBPTT. COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2015**. Brasília: Embrapa, 2014. 229 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Trigo no Brasil: série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 fev. 2015.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F.; CAETANO, V.R.; SILVA, A.S.; ANDREOMAR, J.K.; BARBIERI, R.L. Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum. **Ciência Rural**, v. 31, p. 563-568, 2001.

DAVIES, P.J. Introduction - the plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: DAVIES, P.J. (Ed.). **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!**. 3 ed. Dordrecht: Springer, 2007. p. 1-6.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Brasília: Sistemas de Informações, 2006. 306 p.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração em Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

HOLEN, D.L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J.M.; CARLSON, G.R.; WICHMAN, D.M.; BERG, J.E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 364-370, 2001.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br>>. Acesso em: 06 dez. 2013.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 473-479, 2009.

PIRES, J.L.F.; CUNHA, G.R. da; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A.; SANTI, A.; PEREIRA, P.R.V.S.; SANTOS, H.P.; SANTI, A.L. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. (Org.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. v. 1, p. 77-114.

PRYSTUPA, P.; SAVIN, R.; SLAFER, G.A. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N x P fertilization in barley. **Field Crops Research**, v. 90, 245-254, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico; Fundação IAC, 1997. 285 p.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; TEIXEIRA, M.C.C.; ROMAN, E.S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 14).

SÁ, M.F.M. Os solos dos campos gerais. In: MELO, M.S.; MORO, R.S.; GUIMARÃES, G.B. **Patrimônio natural dos campos gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 73-83.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (ed.). **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 795-801, 2002.

WIETHÖLTER, S. Fertilidade do solo e a cultura do trigo no Brasil. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p.135-185.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, p. 331-339, 2007.

**Circular
Técnica, 110**

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando
Amaral, C.P. 231, CEP 86001-970, Distrito de Warta,
Londrina, PR

Fone: (43) 3371 6000 Fax: (43) 3371 6100

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

www.embrapa.br/soja

1ª edição

Versão *On-line* (2015)



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



**Comitê de
publicações**

Presidente: *Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, Eliseu Binneck, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.*

Expediente

Supervisão Editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica: *Thais Cavalari Rosa*