



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M.

ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO TRIGO PARA A ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 25, núm. 2, 2001, pp. 317-323

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218429009>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO TRIGO PARA A ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA⁽¹⁾

C. BREDEMEIER⁽²⁾ & C. M. MUNDSTOCK⁽³⁾

RESUMO

A época de aplicação de nitrogênio em cobertura em trigo influí no rendimento de grãos e deve coincidir com os estádios em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido. Com o objetivo de estabelecer os períodos críticos da planta em relação às necessidades de N, foram realizados trabalhos em campo, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul (RS), nos anos de 1993, 1994 e 1995, com os cultivares BR 23 (1993 e 1994) e Embrapa 16 (1995), semeados no final de junho na densidade de 300 sementes aptas m⁻². Os tratamentos consistiram da aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N nos seguintes estádios de desenvolvimento das plantas: (a) emergência, (b) emissão da 3^a folha, (c) emissão da 5^a folha, (d) emissão da 7^a folha e (e) emborrachamento. Nos anos 1994 e 1995, os três primeiros períodos foram seguidos ou não pela aplicação de N (40 kg ha⁻¹) por ocasião da emissão da 7^a folha. Foram avaliados o rendimento de grãos, os componentes do rendimento e o índice de colheita. Os resultados indicaram que o período crítico de suprimento de N em trigo vai da emergência até à emissão da 7^a folha. Nos estádios iniciais deste período, o N é necessário para potencializar o número máximo de espiguetas por espiga, enquanto, nos estádios finais do período, o N é crítico para determinar o número de colmos por área. O cv. BR 23 dependeu mais do suprimento inicial de N, para potencializar o número de grãos por espiga, enquanto o cv. Embrapa 16 dependeu do suprimento de N na emissão da 7^a folha, para fixar e potencializar o número de espigas produzidas.

Termos de indexação: *Triticum aestivum*, nitrogênio, componentes do rendimento.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em agosto de 1999 e aprovado em fevereiro de 2001.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre (RS). E-mail: bredemei.voy@az.com.br

⁽³⁾ Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, UFRGS. Bolsista do CNPq. E-mail: cmmundst@vortex.ufrgs.br

SUMMARY: WHEAT PHENOLOGICAL STAGES FOR NITROGEN TOP DRESSING

Nitrogen top dressing period affects wheat grain yields and should occur at the stages when yield potential is established. In order to determine the critical stages related to N needs, field experiments were conducted at Estação Experimental Agronômica/UFRGS, Eldorado do Sul (RS), Brazil, in 1993, 1994 and 1995. Wheat cultivars BR 23 (1993 and 1994) and Embrapa 16 (1995) were sown by the end of June at 300 seeds m⁻². Nitrogen treatments (40 kg ha⁻¹) were applied at the following stages: (a) plant emergence, (b) 3rd leaf emission, (c) 5th leaf emission, (d) 7th leaf emission, and (e) booting. In 1994 and 1995, half of the first three treatment plots received another 40 kg ha⁻¹ of N by the 7th leaf emission stage. Grain yield, yield components and harvest index were analyzed. The critical period for nitrogen supply extended from plant emergence to the 7th leaf emission stage. At the beginning of this period, N is essential to induce the maximum number of spikelets per ear, while at the end it is critical to determine culms per area. Cultivars reacted differently to maximize grains per area. Early N supply to BR 23 cultivar was essential to establish number of grains per ear while for Embrapa 16, N applied late was important to set ears number.

Index terms: *Triticum aestivum, nitrogen, yield components.*

INTRODUÇÃO

A absorção de N pelo trigo segue o padrão similar a uma curva sigmoidal, iniciando logo na emergência e atingindo um platô por volta do florescimento (Cregan & Berkum, 1984). No período de intensa absorção, se o N disponibilizado pelo solo não for suficiente para atender à demanda da planta, deve ser feita adubação em cobertura. A liberação de N pelo solo depende da quantidade e do tipo de material orgânico presente, bem como do seu grau de mineralização. A época na qual o nutriente tem de estar disponível depende das demandas específicas da planta em diferentes estádios de desenvolvimento. A aplicação de N em cobertura, além de disponibilizar este nutriente no momento de maior consumo pela planta, pode, com a época de aplicação, alterar o rendimento de grãos por meio do estímulo específico aos seus componentes, ou seja, o número de grãos por espiga, o número de espigas por área e a massa do grão.

Disto, decorrem situações em que o parcelamento da aplicação de N resulta em rendimentos superiores aos da aplicação única (Langer et al., 1971; Bredemeier, 1999). Nestes casos, os melhores resultados têm sido normalmente obtidos com aplicações combinadas de N na semeadura, no início do afilhamento e na fase de alongamento dos entrenós. Em outras situações, não ocorrem diferenças entre a aplicação de única dose na semeadura ou de doses fracionadas, em quaisquer estádios de desenvolvimento da planta (Mundstock & Martin, 1972; Nuttall & Malhi, 1991; Zebath & Sheard, 1992; Boman et al., 1995). Esta variabilidade de resposta é decorrente do suprimento de N pelo solo durante a estação de crescimento. Além disso, a

utilização de cultivares diferentes características pode interferir no tipo de resposta ao N (Ayoub et al., 1994).

As variações obtidas em trabalhos com épocas de aplicação de N decorrem dos reflexos nos componentes do rendimento. A aplicação no início do ciclo incrementa o número de grãos por espiga e o número de espigas por área (Petr et al., 1988). Nas fases iniciais, até o início da diferenciação do primórdio floral, a falta de N reduz a formação de espiguetas (Frank & Bauer, 1996), especialmente na porção basal da espiga. Uma vez diferenciada a espigueta terminal, não há mais possibilidade de aumento no número de espiguetas (McMaster, 1997). Aplicações iniciais também influenciam o número de espigas, decorrente do estímulo do N sobre a produção de afilhos (Longnecker et al., 1993), os quais podem sobreviver e produzir espigas férteis.

A aplicação tardia de N, a partir da elongação dos entrenós, ainda que tenha pouco efeito sobre a produção de afilhos (Simons, 1982), pode incrementar a sobrevivência dos filhos já emitidos (Shah et al., 1994). Além disso, mantém a área foliar ativa por um período mais longo (McMaster, 1997), aumentando a capacidade fotossintética da planta. Isto geralmente se reflete em grãos mais pesados (Bremner, 1969) e com maior teor de N (Fowler & Brydon, 1989; Zebath & Sheard, 1992).

A aplicação de N em cobertura, nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, é recomendada para o período de afilhamento da cultura, correspondendo ao intervalo de 30 a 45 dias após a emergência (CSBPT, 1999). O afilhamento ocorre em um período de 30 ou mais dias, inicia-se com a visualização externa do primeiro afilho, quando a planta está emitindo a

4^a folha, e vai até o período de emissão da 8^a à 9^a folha (Masle, 1985). Como o período é longo e seu início depende das condições do ambiente, do manejo e do genótipo (Klepper et al., 1982; Simons, 1982; Masle, 1985), a atual recomendação é pouco precisa.

A situação também é imprecisa em outras recomendações, como no estado de São Paulo, em que a época recomendada para a aplicação de N em cobertura em trigo irrigado é de 30 a 40 dias após a emergência (Cantarella & Raij, 1986). O problema desta forma de recomendação (em dias após emergência) é que a duração dos diferentes estádios fenológicos (como o surgimento de afilhos) varia conforme a temperatura do ar (Hucl & Baker, 1991). Nesse caso, dependendo das condições de cultivo, essa recomendação resulta em erros, pois o agricultor não aplicará o adubo nitrogenado em cobertura no momento mais adequado, ou seja, quando a demanda da planta for maior.

O presente trabalho foi delineado para caracterizar não só o período do desenvolvimento crítico para a suplementação de N em cobertura em dois cultivares de trigo, mas também os reflexos específicos aos componentes do rendimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos com a cultura do trigo foram realizados em campo, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), nos anos de 1993, 1994 e 1995. A Estação Experimental Agronômica está localizada no município de Eldorado do Sul (RS), na região fisiográfica da Depressão Central, nas coordenadas de 30°50'32" de latitude sul e 51°38'08" de longitude oeste. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação climática de Köppen, correspondente à subtropical de verão úmido quente. A precipitação pluvial média anual é de 1.440 mm e a temperatura média mensal varia entre 13,9 e 24,9°C, entre o mês mais frio e o mais quente (Bergamaschi & Guadagnin, 1990).

O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como

Argissolo Vermelho distrófico típico. Este solo apresenta o perfil com horizonte A até 20 cm de profundidade, com a seguinte composição textural: areia = 60%, siltex = 15% e argila = 25%. O horizonte B apresenta textura argilosa (areia = 35%, silte = 10% e argila = 55%) (Pedó, 1986). Os teores de alumínio trocável são baixos, sendo incomum a necessidade de altas doses de calcário.

A análise química do solo no local dos experimentos foi feita, a cada ano, em amostra retirada na profundidade de 0-20 cm (Quadro 1). Ela foi analisada no Laboratório de Análise de Solos da UFRGS, conforme método descrito por Tedesco et al. (1995).

Os tratamentos, nos três anos, constaram da aplicação de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sob a forma de uréia (45% de N), nos seguintes estádios de desenvolvimento das plantas: (a) emergência; (b) emissão da 3^a folha do colmo principal; (c) emissão da 5^a folha do colmo principal; (d) emissão da 7^a folha do colmo principal e (e) embrorrhachamento. Em 1994 e 1995, as aplicações nos três primeiros estádios foram seguidas ou não pela aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N por ocasião da emissão da 7^a folha do colmo principal. As aplicações de N nos estádios de emissão da 3^a folha à emissão da 7^a folha visaram abranger o período de afilhamento. A fase de embrorrhachamento ocorreu no final do período de alongamento dos entrenós, antes do florescimento, quando a inflorescência estava envolta na bainha da folha bandeira.

Os cultivares de trigo utilizados foram o BR 23 (1993 e 1994) e o Embrapa 16 (1995), recomendados como preferenciais pela Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo. A cv. BR 23 apresenta ciclo médio de 144 dias (78 dias da semeadura ao espigamento) e estatura média, enquanto o cv. Embrapa 16 ciclo de 141 dias (86 dias da semeadura ao espigamento) e estatura média/alta, sendo ambos os cultivares resistentes ao acamamento (CSBPT, 1999).

A adubação consistiu da aplicação de 75 e 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O (superfosfato triplo e cloreto de potássio), respectivamente, nos três anos de experimentação. A semeadura direta (sem preparo do solo) foi realizada, em cada ano, no final de junho, na profundidade de 3 cm e na densidade de 300 sementes aptas por m², utilizando-se máquina

Quadro 1. Resultados das análises químicas do solo antes da instalação dos experimentos

Ano	pH (H ₂ O)	P (Mehlich-1)	K (Mehlich-1)	MO ⁽¹⁾	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V ⁽²⁾
		mg kg ⁻¹		g kg ⁻¹		cmolc L ⁻¹		%
1993	5,9	6	124	24	0,1	3,3	1,8	78
1994	6,2	9	119	20	0,1	3,1	1,5	70
1995	5,7	8	175	23	0,2	2,7	1,8	74

⁽¹⁾ MO = matéria orgânica. ⁽²⁾ V = saturação por bases.

semeadora de parcelas que também incorpora o adubo, em linha. A área experimental estava sob o sistema plantio direto há cinco anos, sendo soja e milho as culturas no verão, alternadamente, e aveia preta no inverno, dessecada no florescimento.

Em todos os experimentos, o milho foi a cultura anterior, tendo produzido cerca de 5 t ha⁻¹ de palha. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (quatro repetições) e cada parcela foi constituída de 10 as linhas de 5 m de comprimento, com 0,17 m entre as linhas. Os tratos fitossanitários consistiram no tratamento das sementes com o fungicida Triadimenol (1 g i.a. por kg semente) e a aplicação do fungicida Tebuconazole (0,75 L ha⁻¹ do produto comercial Folicur), quando do aparecimento das primeiras pústulas de ferrugem da folha.

Na colheita das plantas, foram determinados: (a) rendimento de grãos (em 2,0 m²); (b) número de espigas por área (em 2,0 m²); (c) massa média do grão (massa média de 400 grãos); (d) número de grãos por área (dividindo-se o rendimento de grãos pela massa do grão), (e) número de grãos por espiga (dividindo-se o número de grãos por área pelo número de espigas por área); (f) índice de colheita (relação entre massa de grãos e massa de palha). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo F-teste e, quando verificada significância, fez-se a comparação entre médias, por meio do teste de Duncan ($P < 0,05$). Visando estimar as quantidades de N disponibilizadas pelo solo e absorvidas pelas plantas, foram coletadas e analisadas, quanto à concentração de N (Tedesco et al., 1995), nos três anos, amostras de palha e grãos (logo após a colheita) em parcelas do tratamento "sem N".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Possivelmente, o suprimento de N do solo para as plantas, no tratamento que não recebeu adubação nitrogenada, foi menor que a demanda potencial e limitou as produções de grãos e palha. As concentrações de N em grãos e palha, nos anos de 1993, 1994 e 1995, foram de 24 e 8, 26 e 7 e 27 e 6 g kg⁻¹, respectivamente. Os conteúdos de N nas plantas por ocasião das colheitas dos três anos, calculados a partir destas concentrações e das produções (Quadros 2 e 3), atingiram 45, 51 e 59 kg ha⁻¹, respectivamente. Outros trabalhos desenvolvidos nestas mesmas condições (Mundstock & Martin, 1972; Riera, 1996; Bredemeier, 1999) mostraram valores aproximados a estes.

A pequena liberação de N pelo solo (entre 45 e 59 kg ha⁻¹ de N absorvido pelas plantas) permitiu que, em diferentes épocas e doses de aplicação de N, os rendimentos fossem elevados, propiciando estabelecer os estádios mais críticos para o aporte deste nutriente, identificados no período que vai da emergência ao final do afilhamento. O rendimento de grãos e o número de grãos por área foram mais prejudicados pelos tratamentos que a massa do grão, que teve pequena variação (Quadros 2 e 3). Isto significa que o suprimento adicional de N foi importante para os dois componentes que determinam o número de grãos por área, ou seja, o número de grãos por espiga e o número de espigas por área.

No caso do cultivar BR 23, o número de grãos por espiga determinou, em maior grau, o número de grãos por área (Quadro 2), enquanto, no cultivar

Quadro 2. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice de colheita do cultivar de trigo BR 23, considerando o estádio de aplicação de N (40 kg ha⁻¹ em cada aplicação). Eldorado do Sul (RS), 1993 e 1994

Estádio de aplicação de N	1993			1994				
	Rendimento de grãos	Índice de colheita	Rendimento de grãos	Grão espiga ⁻¹	Espiga m ⁻²	Grão m ⁻²	Massa do grão	Índice de colheita
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹		nº		mg	%
Sem N	1.263 d ⁽¹⁾	40,0 ^{ns}	1.470 d ⁽¹⁾	16 c	268 ab	4131 d	35,6 b	46,0 ^{ns}
Emergência	2.133 bc	42,5	2.580 bc	25 ab	291 ab	7204 ab	35,9 b	44,6
3 ^a folha	3.145 a	43,9	2.138 cd	24 ab	249 b	5970 bc	36,0 b	44,4
5 ^a folha	2.958 a	44,1	1.948 cd	19 bc	281 ab	5329 c	35,6 b	46,7
7 ^a folha	2.406 b	43,0	1.981 cd	18 bc	295 ab	5323 c	37,0 ab	48,0
Emborrachamento	1.948 c	44,0	1.884 cd	17 c	286 ab	4897 cd	40,0 a	47,2
Emerg. + 7 ^a folha	-	-	3.075 a	28 a	302 a	8282 a	37,2 ab	46,0
3 ^a folha + 7 ^a folha	-	-	2.932 ab	30 a	280 ab	8170 a	36,4 b	45,2
5 ^a folha + 7 ^a folha	-	-	2.492 bc	24 ab	275 ab	6609 ab	37,0 ab	48,0

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Duncan a 5%.
ns Não-significativo.

Quadro 3. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice de colheita do cultivar de trigo Embrapa 16, considerando o estádio de aplicação de N (40 kg ha^{-1} em cada aplicação). Eldorado do Sul (RS), 1995

Estádio de aplicação de N	Rendimento de grãos	Grão espiga ⁻¹	Espiga m ⁻²	Grão m ⁻²	Massa do grão	Índice de colheita
	kg ha ⁻¹	nº	nº	nº	mg	%
Sem N	1.700 d ⁽¹⁾	26 ab	194 d	5031 e	34,0 b	40,7 ^{ns}
Emergência	2.295 bc	28 ab	240 bcd	6766 bc	34,0 b	41,9
3 ^a folha	2.258 bc	26 ab	251 bc	6500 cd	34,0 b	39,6
5 ^a folha	2.525 abc	27 ab	287 ab	7737 ab	32,7 bc	43,5
7 ^a folha	2.695 ab	28 ab	281 ab	7925 ab	33,8 b	40,4
Emborrachamento	2.000 cd	25 b	212 cd	5344 de	37,6 a	40,7
Emerg. + 7 ^a folha	2.648 ab	29 a	280 ab	8109 ab	32,6 bc	41,0
3 ^a folha + 7 ^a folha	2.850 a	28 ab	313 a	8752 a	32,4 c	39,6
5 ^a folha + 7 ^a folha	2.708 ab	30 a	290 ab	8569 a	31,7 c	39,4

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Duncan a 5%.
ns Não-significativo.

Embrapa 16, ocorreu o oposto (Quadro 3). Estes dois componentes são determinados no período vegetativo da cultura, isto é, antes do florescimento (Petr et al., 1988). A evidência de tal comportamento é mostrada na resposta do rendimento de grãos às diferentes épocas de aplicação de N (Quadros 2 e 3).

O tratamento no qual o N foi aplicado no início do ciclo (emissão da 3^a folha) estimulou as plantas a aumentarem o número de espiguetas, como também observado por Frank & Bauer (1996) e McMaster (1997) e, consequentemente, o número de grãos por espiga (Quadro 2). Já o tratamento no qual o N foi aplicado mais tarde (emissão da 7^a folha) estimulou a sobrevivência de maior número de colmos no cultivar Embrapa 16 (Quadro 3), decorrendo disto o aumento no número de grãos por área, como também observado por Shah et al. (1994). Em todas as situações, houve mais baixo rendimento quando o N foi aplicado no emborrachamento (pouco antes do florescimento), em relação às épocas anteriores.

Logo, ficou delimitado que o período no qual as plantas necessitam de um suprimento contínuo de N e são mais responsivas à adubação nitrogenada em cobertura estendeu-se da emergência até à emissão da 7^a folha do colmo principal, tanto para o cv. BR 23 como para o cv. Embrapa 16. Dentro deste período, houve resposta diferencial entre cultivares quanto à melhor época de aplicação de N para regular os dois componentes do rendimento, ou seja, número de grãos por espiga e espigas por área. Isto é visualizado quando se analisam os resultados da aplicação de 40 kg ha^{-1} de N em diferentes estádios (Quadros 2 e 3).

O efeito de N no cultivar BR 23 afetou, especialmente, o número de grãos por espiga e, em segundo plano, o número de espigas por m². Esta maior exigência inicial de nitrogênio por parte desse cultivar foi também constatada no ano de 1993, embora não tenham sido avaliados os componentes do rendimento (Quadro 2). A aplicação de N na emissão da 3^a folha foi a que resultou no maior rendimento de grãos. Tal cultivar, por apresentar relativamente menor número de grãos por espiga, depende mais do estímulo inicial do N para determinar a quantidade de grãos por área.

O comportamento do cultivar Embrapa 16 foi, em alguns aspectos, diferente do cultivar BR 23, independentemente da época de aplicação de N para determinar o número de grãos por espiga (Quadro 3). Esse componente foi pouco influenciado pela aplicação de nitrogênio, considerando que, na testemunha (sem N), o número de grãos por espiga foi elevado. O rendimento dependeu, em maior grau, do suprimento de N para consolidar o número de colmos férteis (afilhos), o que ocorreu nos tratamentos em que o N foi aplicado na emissão da 5^a ou 7^a folha (Quadro 3), casos em que se verificou o maior número de grãos por área.

Se o solo não tiver capacidade de suprir N suficiente neste período, a adubação nitrogenada pode ser parcelada. As melhores respostas foram obtidas quando a aplicação do N foi feita em duas ocasiões: a primeira, no início do ciclo de desenvolvimento, para incrementar o número de grãos por espiga (McMaster, 1997), e a outra, por ocasião da emissão da 7^a folha, para potencializar o número de colmos férteis (Shah et al., 1994). Quando

isto foi feito, as combinações, nas quais o N foi aplicado no início do desenvolvimento (emergência e emissão da 3^a folha) e por ocasião da emissão da 7^a folha, foram superiores às demais combinações, para ambos os cultivares (Quadros 2 e 3). Tal superioridade deveu-se, principalmente, ao aumento observado no número de grãos por espiga, no caso do cv. BR 23 (Quadro 2), e no número de espigas por área, no caso do cv. Embrapa 16 (Quadro 3).

Na combinação das duas épocas de aplicação de N, em ambos os cultivares, o número de grãos foi o principal determinante do rendimento de grãos, uma vez que a massa do grão teve pouca variação (Quadros 2 e 3). O valor máximo obtido foi de 8.752 grãos m⁻², na combinação de doses de nitrogênio aplicadas no início do ciclo (por volta da emissão da 3^a folha) e na emissão da 7^a folha (Quadro 3).

Com o incremento do N suprido em diferentes épocas, ocorreu aumento da quantidade de massa seca da parte aérea, porém sem alterar o equilíbrio na distribuição entre as partes vegetativas e reprodutivas. O índice de colheita, que mede este equilíbrio, foi similar em todas as situações testadas (Quadros 2 e 3), sendo sempre superior a 39%, com flutuações de ano para ano. Isto demonstra que o rendimento esteve associado à quantidade de matéria seca produzida e ao equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo até o florescimento.

As aplicações tardias de N (no emborrrachamento) resultaram em menores rendimentos de grãos nos dois cultivares, em relação às aplicações anteriores, embora superiores à testemunha (Quadros 2 e 3). Resultado semelhante foi observado por ZebARTH & Sheard (1992). Esta aplicação de N próxima ao florescimento não influenciou o número de grãos por espiga e o número de espigas por área, mas propiciou melhor formação dos grãos, o que se refletiu na sua massa (Quadros 2 e 3), como também observado por Bremner (1969) e Fowler & Brydon (1989). É possível que tal seja o reflexo da manutenção da área foliar ativa por um período mais longo, aumentando a capacidade fotossintética da planta (McMaster, 1997).

Este trabalho propiciou estabelecer a extensão do período crítico de suprimento de N (da emergência até à emissão da 7^a folha do colmo principal) e os dois estádios, dentro deste período, em que o N, se necessário, deve ser suprido: emergência até emissão da 3^a folha e emissão da 7^a folha. A ênfase maior em um destes estádios vai depender das características do cultivar utilizado. Cultivares como BR 23 dependem do nitrogênio mais cedo, para consolidarem maior número de grãos por espiga (Quadro 2). Já cultivares como Embrapa 16 dependem do N aplicado mais tarde, para fixar o número de espigas, uma vez que o número de grãos por espiga apresenta pequena variação frente a épocas e doses variáveis de N (Quadro 3).

Quando recomendada a adubação nitrogenada, a época de aplicação deve ser baseada nos estádios fenológicos do colmo principal, pois melhora a precisão do momento em que o N é aplicado, ou seja, nos momentos de maior demanda da planta. A atual recomendação no RS e PR para a aplicação de N em cobertura no período de afilhamento (CSBPT, 1999) pode levar a estádios fenológicos extremamente variáveis, dependendo das condições do ambiente e de manejo (Klepper et al., 1982; Simons, 1982). Por isto, a recomendação é pouco precisa, visto que o processo de afilhamento pode estender-se do momento de emissão da 4^a folha, quando o 1º afilho torna-se visível, até o início do alongamento dos entrenós, quando surgem os últimos afilhos. Admite-se que, dentro deste período, o N seja disponibilizado, por meio da adubação nitrogenada, em uma ou duas ocasiões, dependendo das características do cultivar utilizado.

CONCLUSÕES

1. O nitrogênio deve ser disponibilizado às plantas de trigo preferencialmente entre a emergência e a emissão da 7^a folha do colmo principal. No início deste período, há forte exigência de N para estabelecer o número de espiguetas diferenciadas e, em consequência, o número de grãos por espiga.

2. Na época da emissão da 7^a folha, o suprimento de nitrogênio é crítico para determinar o número de colmos que sobrevivem e produzem espigas.

3. O cultivar BR 23 respondeu mais ao suprimento inicial de nitrogênio, pois mostrou espigas de menor número de grãos, dependendo, assim, do estímulo inicial do N para potencializar o número de grãos produzidos por espiga.

4. O cultivar Embrapa 16 respondeu ao N aplicado por ocasião da emissão da 7^a folha, pois dependeu do N neste momento para potencializar o número de espigas por área. O componente grãos por espiga, por outro lado, foi pouco influenciado pela época de aplicação de N.

LITERATURA CITADA

- AYOUB, M.; GUERTIN, S.; LUSSIER, S. & SMITH, D.L. Timing and level of nitrogen fertility effects on spring wheat yield in eastern Canada. *Crop Sci.*, 34:748-756, 1994.
- BERGAMASCHI, H. & GUADAGNIN, M.R. Agroclima da Estação Experimental Agronômica – UFRGS. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 60p.
- BOMAN, R.K., WESTERMAN, R.L., RAUN, W.R. & JOJOLA, M.E. Time of nitrogen application: effects on winter wheat and residual soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59:1364-1369, 1995.

- BREDEMEIER, C. Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 101p. (Tese de Mestrado)
- BREMNER, P.M. Effects of time and rate of nitrogen application on tillering, "sharp eyespot" and yield in winter wheat. *J. Agric. Sci.*, 72:273-280, 1969.
- CANTARELLA, H. & RAIJ, B. Adubação nitrogenada no estado de São Paulo. In: SANTANA, M.B.M., ed. Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1986. p.47-79.
- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO - CSBPT. REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 31. Passo Fundo, 1999. Recomendações. Passo Fundo, 1999. 86p.
- CREGAN, P.B. & BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. *Theor. Appl. Genet.*, 67:97-111, 1984.
- FOWLER, D.B. & BRYDON, J. No-till winter wheat production on the canadian prairies: timing of nitrogen fertilization. *Agron. J.*, 81:817-825, 1989.
- FRANK, A.B. & BAUER, A. Temperature, nitrogen, and carbon dioxide effects on spring wheat development and spikelet numbers. *Crop Sci.*, 36:659-665, 1996.
- HUCL, P. & BAKER, R.J. Performance of oligocult spring wheats grown in a semiarid environment. *Can. J. Plant Sci.*, 71:199-203, 1991.
- KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W. & PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereals grains. *Agron. J.*, 74:789-792, 1982.
- LANGER, F.A.; DOTTO, S.R. & PAN, C.L. Ensaio de épocas de cobertura. Passo Fundo, EEPF/IPEAS, 1971. 5p.
- LONGNECKER, N.; KIRBY, E.J.M. & ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Sci.*, 33:154-160, 1993.
- MASLE, J. Competition among tillers in winter wheat: consequences for growth and development of the crop. In: DAY, W. & ATKIN, R.K., eds. *Wheat growth and modelling*. New York, Plenum Press, 1985. p.33-54.
- MCMASTER, G.S. Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. *Adv. Agron.*, 59:63-118, 1997.
- MUNDSTOCK, C.M. & MARTIN, E. Resultados experimentais de épocas de aplicação e doses de adubação nitrogenada em quatro variedades de trigo. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, 1972. 9p.
- NUTTALL, W.F. & MALHI, S.S. The effect of time and rate of N application on the yield and N uptake of wheat, barley, flax and four cultivars of rapeseed. *Can. J. Soil Sci.*, 71:227-238, 1991.
- PEDÓ, F. Rendimento e distribuição de raízes de seis espécies de plantas em dois níveis de compactação do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986. 92p. (Tese de Mestrado)
- PETR, J.; CRENY, V. & HRUSKA, L. Yield formation in cereals. In: PETR, J.; CRENY, V. & HRUSKA, L. *Yield formation in the main field crops*. Amsterdam, Elsevier, 1988. p.72-153.
- RIERA, E.A. Avaliação de cultivares de trigo e aveia sob dois sistemas de preparo do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 71p. (Tese de Mestrado)
- SHAH, S.A.; HARRISON, S.A.; BOQUET, D.J.; COLYER, P.D. & MOORE, S.H. Management effects on yield and yield components of late-planted wheat. *Crop Sci.*, 34:1298-1303, 1994.
- SIMONS, R.G. Tiller and ear production of winter wheat. *Field Crop Abst.*, 35:857-870, 1982.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEIS, S.I. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- ZEBARTH, B.J. & SHEARD, R.W. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.*, 72:13-19, 1992.

