

## COBERTURA NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO TRIGO 1: COMPONENTES DE RENDIMENTO

José Salvador Simoneti Foloni<sup>1</sup>, Sergio Ricardo Silva<sup>2</sup>, Manoel Carlos Bassoi<sup>1</sup>, Adilson de Oliveira Júnior<sup>1</sup> e César de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Distrito de Warta, Cep 86001-970, Londrina/PR. E-mail: salvador.foloni@embrapa.br;

<sup>2</sup>Embrapa Trigo, Rod. BR 285, km 294, Cep 99001-970, Passo Fundo/RS

A produtividade do trigo é resultante do balanço entre três componentes de rendimento: número de espigas/m<sup>2</sup>, número de grãos/espiga e massa média de grãos. Esses componentes são interdependentes e podem compensar um ao outro, dentro de determinados limites. É importante elucidar quais componentes de rendimento se destacam em estudos de interação entre genótipo, ambiente e manejo.

A adubação nitrogenada do trigo tem por objetivo nutrir a lavoura para que possa expressar o máximo potencial produtivo, mas há distinção entre cultivares quanto à resposta ao N, e essas variações podem ser melhor compreendidas a partir de estudos dos componentes de rendimento.

O estádio da lavoura em que se faz a aplicação do fertilizante nitrogenado pode vir a ser um diferencial de manejo. A maioria dos programas de adubação não considera essas informações.

O objetivo do trabalho foi caracterizar os componentes de rendimento de cultivares de trigo submetidas à adubação de cobertura com diferentes doses e estádios de aplicação de N, em localidades representativas das macrorregiões tritícolas (MRTs) 1 e 3 do Paraná.

Foram instalados três experimentos na safra 2012 em fazendas da Embrapa, um em Ponta Grossa/PR na MRT 1, e outros dois em Londrina/PR, com e sem irrigação, na MRT 3. As áreas foram instaladas sobre palhada de soja no sistema plantio direto (SPD), as quais em Londrina vinham sendo manejadas com soja no verão e trigo ou aveia-preta no inverno, e em Ponta Grossa com soja ou milho no verão, e trigo ou aveia-preta no inverno. Em Londrina os experimentos foram implantados em 18/04/2012, e em Ponta Grossa em 26/06/2012.

O solo de Ponta Grossa foi classificado como Latossolo Vermelho distroférreo de textura média, e o de Londrina como Latossolo Vermelho distroférreo de textura argilosa. Foram realizadas amostragens na camada de 0-20 cm de profundidade para caracterização de atributos químicos para Ponta Grossa e Londrina, respectivamente, a saber: 5,64 e 5,42 de pH em CaCl<sub>2</sub>; 23,78 e 16,50 g dm<sup>-3</sup> de C; 10,41 e 28,52 mg dm<sup>-3</sup> de P; 2,89 e 3,89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 0,21 e 0,53 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 4,18 e 6,12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 1,56 e 2,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 8,84 e 12,72 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC; 67,31 e 69,42% de saturação por bases (V).

As cultivares foram instaladas com 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup> e espaçamento entre linhas de 0,20 m. O manejo fitossanitário, adubação (P e K) e demais tratos culturais foram baseados nas indicações da CBPTT (2011). Em Londrina utilizou-se irrigação por meio de equipamento auto-propelido, e o manejo da água foi realizado para repor as quantidades evapotranspiradas ao longo do ciclo da lavoura (CBPTT, 2011).

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial 3x3x2+3, com quatro repetições, da seguinte forma: três cultivares de trigo BRS Gralha-azul, BRS Tangará e BRS Pardela submetidas à adubação de cobertura com doses de 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas nos estádios de emergência ou perfilhamento, mais três tratamentos complementares com as três cultivares conduzidas sem adição de N em cobertura. As parcelas foram constituídas por dez linhas de lavoura espaçadas a 0,2 m por 6,0 m de comprimento, totalizando 12 m<sup>2</sup>, e a área útil pelas seis linhas centrais por 5,0 m de comprimento, descartando-se 0,5 m nas extremidades.

Nos tratamentos de N foi utilizada a fonte nitrato de amônio aplicada a lanço na área total das parcelas, no estádio de emergência quando as plantas apresentavam de duas a três folhas desdobradas, e no perfilhamento com dois a três perfilhos por planta, equivalentes aos estádios 12-13 e 22-23 da escala de Zadoks (CBPTT, 2011). As adubações com P (superfosfato triplo) e K (cloreto de potássio) foram realizadas na semeadura, de acordo com a CBPTT (2011). Todas as unidades experimentais receberam 20 kg ha<sup>-1</sup> de N (nitrato de amônio), também nos sulcos de semeadura.

A parte aérea das plantas foi amostrada por ocasião da colheita, em três pontos ao acaso na área útil das parcelas, sendo 0,50 m de linha de lavoura por sub-amostra. A contagem do número de espigas/m<sup>2</sup> foi realizada a partir deste material. Em seguida, foi efetuada a colheita mecanizada dos grãos de toda a área útil das parcelas, com colhedora automotriz desenvolvida para experimentação, e calculou-se a produtividade com teor de água corrigido a 130 g kg<sup>-1</sup>. Alíquotas do material colhido mecanicamente foram separadas para determinação da massa de 1.000 grãos. Foram calculados o número de espigas/m<sup>2</sup> e o número de grãos/espiga.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Foi efetuada análise de regressão, e foram ajustadas equações a partir da significância do teste F ( $p \leq 0,05$ ), em consonância com os maiores valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Na Tabela 1 observa-se as médias de todos os resultados que compõem os experimentos realizados em Londrina (irrigado e sequeiro) e Ponta Grossa, assim como, apresentam-se os índices de significância do teste F. Na Figura 1 estão os dados das interações significativas entre tratamentos. Não foram exploradas interações triplas (cultivar x estádio de aplicação de N x dose de N).

O número de espigas/m<sup>2</sup> foi significativamente maior quando o N foi aplicado na emergência, em comparação ao N no perfilhamento (Tabela 1). A quantidade de espigas/m<sup>2</sup> tem forte relação com o número de perfilhos/m<sup>2</sup>, ou seja, a antecipação do estádio de aplicação do N intensificou a capacidade de perfilhamento da cultura.

Outra constatação importante foi que o N na emergência aumentou o número de espigas/m<sup>2</sup> somente nos experimentos de Londrina (irrigado e sequeiro), e não houve incremento em Ponta Grossa (Tabela 1). De acordo com as demandas fisiológicas do trigo, o perfilhamento tende a ser maior quando as temperaturas são mais baixas, tal como observado em Ponta Grossa (MRT 1). Em Londrina, na MRT 3, é frequente o uso de maiores quantidades de sementes para compensar o menor perfilhamento do trigo, visto que as temperaturas relativamente altas prejudicam o perfilhamento.

**Tabela 1.** Número de espigas/m<sup>2</sup>, número de grãos/espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade de cultivares de trigo submetidas à adubação de cobertura com diferentes doses e estádios de aplicação de N, em experimentos conduzidos em Londrina/PR com irrigação (LDirrig) e no sequeiro (LDseq), e em Ponta Grossa/PR (PG).

Tratamento	Nº espigas/m <sup>2</sup>			Nº grãos/espiga			Massa 1.000 grãos			Produtividade		
	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG
Cultivar												
BRS Gralha-azul	355 a	364 a	329 a	40 a	39 a	29 a	36 b	30 b	38 b	5190 a	4152 a	3605 a
BRS Tangará	358 a	341 a	321 a	35 b	33 b	23 c	38 a	29 b	40 a	4824 b	3373 c	2833 b
BRS Pardela	321 b	316 b	303 b	38 a	35 b	26 b	38 a	32 a	38 b	4519 c	3518 b	2907 b
Estádio de aplicação N												
Emergência	359 a	352 a	321 a	36 b	33 b	24 b	37 a	30 a	38 a	4802 a	3690 a	3071 a
Perfilhamento	337 b	329 b	312 a	39 a	37 a	27 a	37 a	30 a	38 a	4886 a	3672 a	3159 a
Causa da variação												
Cultivar (C)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estádio (E)	0,16	0,012	0,146	<0,001	0,002	0,05	0,739	0,869	0,895	0,142	0,653	0,152
Dose de N (D)												
Reg. Linear	<0,001	0,709	<0,001	0,002	0,048	<0,001	0,552	0,057	0,069	<0,001	0,011	<0,001
Reg. Quadrática	0,669	0,192	0,565	<0,001	0,003	0,022	0,049	0,191	0,152	<0,001	0,006	0,073
C x E	0,049	0,016	0,444	0,213	0,007	0,155	0,301	0,774	0,471	0,052	0,335	0,534
C x D	0,058	0,070	<0,001	<0,001	0,040	0,287	0,862	0,064	0,312	0,012	0,173	0,088
E x D	0,472	0,433	0,468	0,190	0,308	0,399	0,722	0,935	0,535	0,733	0,572	0,830
C x E x D	0,138	0,057	0,021	0,223	0,002	0,356	0,455	0,363	0,875	0,757	0,276	0,953
CV (%)	8,7	10,7	9,2	9,8	10,9	12,6	4,1	4,2	6,1	5,7	5,5	9,5

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Nas figuras 1-a, 1-b e 1-c estão os resultados de número de espigas/m<sup>2</sup> para interações significativas entre tratamentos. As respostas deste componente de rendimento foram expressivamente influenciadas pela cultivar, que por sua vez, teve comportamento variado em razão das condições de cultivo.

O N na emergência incrementou a quantidade de espigas/m<sup>2</sup> da BRS Pardela em Londrina com irrigação (Figura 1-a), assim como, da BRS Tangará em Londrina no sequeiro (Figura 1-b). Contudo, o estádio de aplicação do fertilizante não alterou o número de espigas da BRS Gralha-azul, ou seja, esta cultivar teve elevada quantidade de espigas/m<sup>2</sup> independentemente do estádio em que o N foi ministrado.

Quanto à dose de N, em Ponta Grossa o maior aporte de fertilizante incrementou a quantidade de espigas das três cultivares estudadas, porém, não houve interação entre dose e estádio de aplicação (Figura 1-c). Em Ponta Grossa as cultivares mais responsivas à adubação nitrogenada, no que se refere ao número de espigas/m<sup>2</sup>, foram a BRS Pardela e a BRS Tangará. A BRS Gralha-azul não respondeu aos tratamentos de adubação nitrogenada, mas apresentou significativa superioridade na produção de espigas mesmo na ausência de N-adubo.

O número de grãos/espiga, ao contrário do número de espigas/m<sup>2</sup>, foi significativamente incrementado quando o N foi aplicado no perfilhamento, para todas as condições de cultivar, dose e ambiente de produção (Tabela 1).

No âmbito da fenologia do trigo, a partir da diferenciação floral da gema apical dos colmos principais das plantas de trigo, cessa-se o perfilhamento e inicia-se a fase de alongamento dos entrenós. Ou seja, as plantas passam da fase vegetativa para a reprodutiva. Há expansão de tecidos vegetativos simultaneamente à formação das espiguetas. Nessa fase há forte demanda por nutrientes, notadamente de N, para a formação das estruturas reprodutivas, podendo haver comprometimento do número de grãos/espiga em caso de deficiência. Portanto, o N aplicado no pleno perfilhamento, e/ou no início do alongamento, é relevante para este componente de rendimento.

Entre as cultivares, o destaque de número de grãos/espiga foi para a BRS Gralha-azul, superando as demais nos três ambientes estudados (Tabela 1). Na figura 1-d, para o experimento em Londrina com irrigação, os valores de grãos/espiga da BRS Gralha-azul e da BRS Pardela apresentaram respostas quadráticas para o aporte de N, ao passo que a BRS Tangará teve ajuste linear.

No experimento de sequeiro em Londrina (Figura 1-e), assim como na condição irrigada, houve aumento do número de grãos/espiga da BRS Gralha-azul e da BRS Pardela, com

respostas quadráticas à adição de N. A BRS Tangará não teve o seu desempenho alterado pelo manejo da adubação. Ainda em Londrina no sequeiro, o número de grãos/espiga foi significativamente maior para o N no perfilhamento, em relação ao N na emergência, para a BRS Gralha-azul e BRS Pardela (Figura 1-f). Em Ponta Grossa houve resposta de número de grãos/espiga somente em função da dose de N, sem interação para cultivar e estádio de aplicação do fertilizante (Figura 1-g).

A massa de 1.000 grãos (MMG) não foi alterada em decorrência da época de aplicação de N, em nenhuma das condições de ambiente (Tabela 1). Por outro lado, a cultivar teve forte influência sobre este componente de rendimento, mas com respostas variadas em razão das condições de cultivo. Em Londrina na lavoura irrigada, os maiores valores de MMG foram da BRS Tangará e da BRS Pardela, e no sequeiro o destaque foi para a BRS Pardela. Em Ponta Grossa a maior MMG foi da BRS Tangará.

Na figura 1-h apresenta-se a única situação em que a MMG foi incrementada em função da dose de N, no experimento conduzido em Londrina com irrigação. A resposta de MMG foi quadrática neste ambiente, e não houve influência da cultivar e do estádio de aplicação do fertilizante. Em nenhuma das outras situações houve interação significativa entre tratamentos para a MMG (Tabela 1).

A produtividade de grãos não foi alterada devido ao estádio de aplicação de N, nos três ambientes estudados, considerando-se a média geral de cultivares e doses (Tabela 1). No que diz respeito à cultivar, o destaque foi para a BRS Gralha-azul, com rendimento de grãos significativamente superior às demais nas três situações de cultivo.

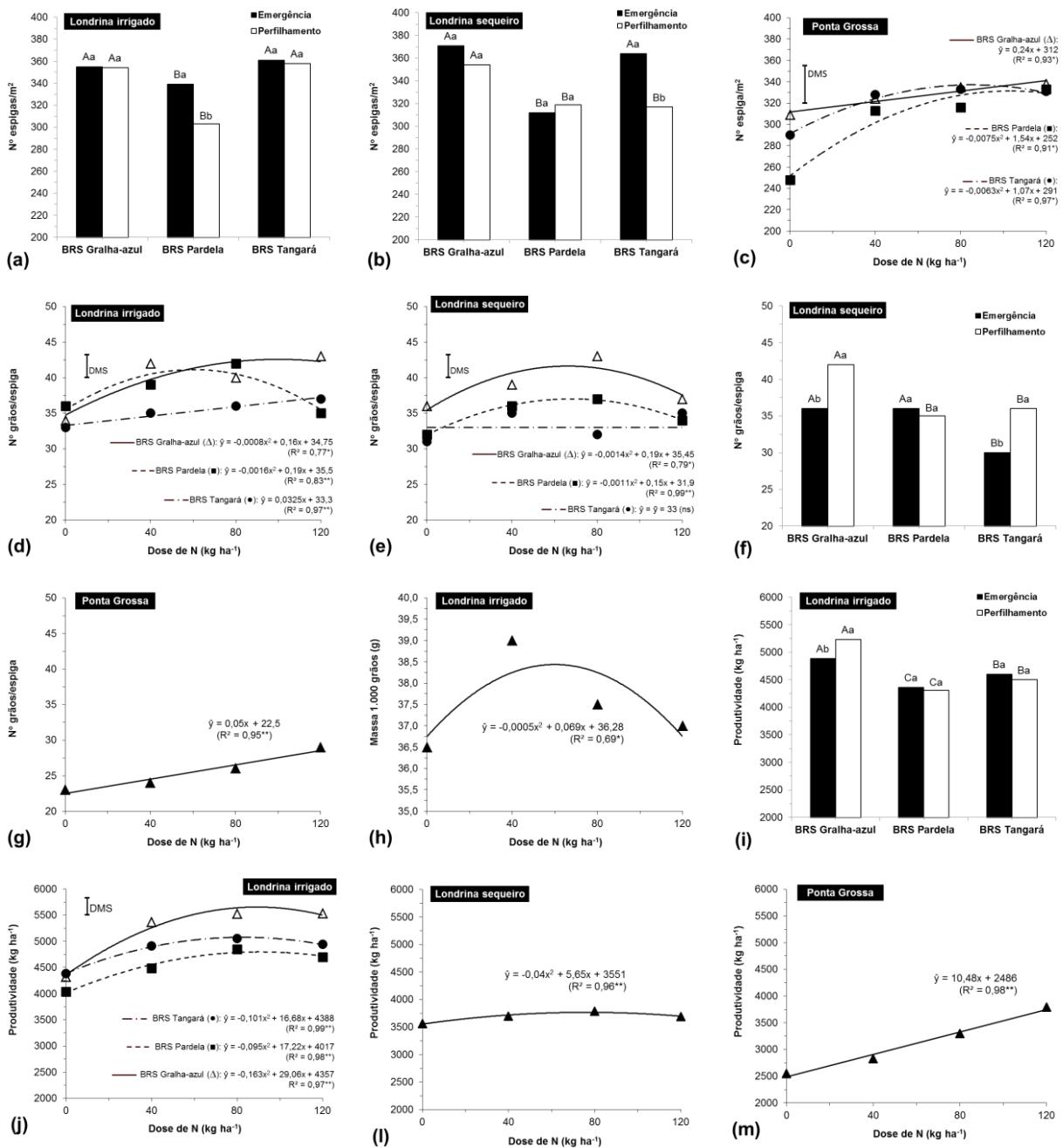
No experimento irrigado em Londrina, a produtividade da BRS Gralha-azul foi aumentada com o N no perfilhamento (Figura 1-i). Por outro lado, a BRS Tangará e BRS Pardela não tiveram suas produtividades alteradas em razão do estádio de aplicação do N. Ainda em Londrina com irrigação, houve interação significativa entre cultivar e dose (Figura 1-j). O máximo rendimento de grãos foi alcançado pela BRS Gralha-azul com doses de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup>. As outras cultivares também apresentam respostas quadráticas para o aporte de N, com comportamentos semelhantes ao da BRS Gralha-azul.

Na lavoura de sequeiro em Londrina, houve resposta quadrática de produtividade em razão da dose de N (Figura 1-i), e não foram constatadas interações significativas entre tratamentos. Nesta condição de cultivo o máximo desempenho foi alcançado com cerca de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, para a média geral de cultivar e estádio de aplicação. Em Ponta Grossa, a produtividade do trigo respondeu de maneira linear à adição de N, mas também sem nenhuma interação com cultivar e estádio de aplicação (Figura 1-m).

Diante do exposto, conclui-se: (1) Em Londrina, tanto no sequeiro como no irrigado, os máximos rendimentos de grãos são alcançados com cerca de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, independentemente da cultivar e do estádio de aplicação do fertilizante; (2) Em Ponta Grossa, o trigo é mais responsável ao aporte de N; (3) O número de espigas/m<sup>2</sup> é incrementado quando o N é aplicado na emergência da lavoura, por outro lado, o número de grãos/espiga é favorecido com o N no perfilhamento; (4) Apesar de haver variação de resposta de componentes de rendimento em razão do estádio de aplicação do N, a produtividade é pouco afetada por esta tática de manejo.

## Referências bibliográficas

CBPTT. COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2011**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 176 p. (Embrapa CPAO, Sistema de Produção, 9).



**Figura 1.** Número de espigas/m<sup>2</sup> em Londrina com irrigação (a), no sequeiro (b) e em Ponta Grossa (c), número de grãos/espiga em Londrina com irrigação (d), no sequeiro (e e f) e em Ponta Grossa (g), massa de 1.000 grãos em Londrina com irrigação (h), produtividade de grãos em Londrina com irrigação (i e j), no sequeiro (l) e em Ponta Grossa (m). \* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns: não significativo. DMS: Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Letras maiúsculas nas colunas comparam cultivares dentro de cada estádio de aplicação de N, e as minúsculas os estádios dentro de cada cultivar, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).