

COBERTURA NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO TRIGO 2: ACAMAMENTO, BIOMASSA DA PARTE AÉREA E ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE

José Salvador Simoneti Foloni¹, Sergio Ricardo Silva², Manoel Carlos Bassoi¹, Adilson de Oliveira Júnior¹ e César de Castro¹

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

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

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 próximas ao solo, o que pode favorecer a proliferação de fungos e a germinação de grãos, somados também a entraves operacionais de colheita.

Foloni e Bassoi (2015) fizeram compilação de vários experimentos de adubação nitrogenada no trigo conduzidos nas macrorregiões tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná, e ressaltam duas informações primordiais: (1) O excesso de N-adubo tem sido a principal causa de acamamento da cultura; (2) Há genótipos que alcançam elevadas produtividades com doses relativamente baixas de N.

Em diversos trabalhos enfatiza-se que um dos pontos-chave do manejo do N no trigo é minimizar o acamamento, pois este problema é tido como o principal limitador de produtividade.

O objetivo do trabalho foi caracterizar o acamamento, biomassa e índice de colheita aparente de cultivares de trigo submetidas à adubação de cobertura com diferentes doses e estádios de aplicação de N, em localidades representativas das 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 distroférico de textura média, e o de Londrina como Latossolo Vermelho distroférico 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 CaCl₂; 23,78 e 16,50 g dm⁻³ de C; 10,41 e 28,52 mg dm⁻³ de P; 2,89 e 3,89 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 0,21 e 0,53 cmol_c dm⁻³ de K; 4,18 e 6,12 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,56 e 2,18 cmol_c dm⁻³ de Mg; 8,84 e 12,72 cmol_c dm⁻³ de CTC; 67,31 e 69,42% de saturação por bases (V).

As cultivares foram instaladas com 300 sementes viáveis m⁻² e espaçamento entrelinhas 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 $3 \times 3 \times 2 + 3$, 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⁻¹ 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 m², 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⁻¹ de N (nitrato de amônio), também nos sulcos de semeadura.

O acamamento foi avaliado por meio de nota visual de 0 a 100% na área útil das parcelas, por ocasião da colheita. Foram consideradas como plantas acamadas aquelas que se encontravam com inclinação dos colmos inferior a 45° em relação à superfície do solo. Os dados foram transformados em $\sqrt{\%}$.

Após a maturação fisiológica dos grãos, foi realizada amostragem da parte aérea das plantas para determinação da biomassa seca (BS), as quais foram cortadas rente à superfície do solo em três pontos ao acaso na área útil das parcelas, coletando-se em cada ponto um segmento de linha de lavoura de 0,5 m de comprimento. O material foi submetido à secagem em estufa de aeração forçada a 60 °C até atingir massa constante e, em seguida, foi efetuada pesagem e trilhagem dos grãos. De posse da BS e da massa de grãos com umidade corrigida (MSG), calculou-se o índice de colheita aparente (ICA) com a seguinte equação: $ICA (\%) = [MSG / (BS + MSG)] \times 100$.

Foi realizada colheita mecanizada da área útil das parcelas por meio de colhedora automotriz desenvolvida para experimentação agrícola, e calculou-se a produtividade de grãos com teor de água corrigido a 130 g kg⁻¹.

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 estão apresentadas as médias de todas as variáveis analisadas nos experimentos de Londrina (irrigado e sequeiro) e Ponta Grossa, assim como, os índices de significância do teste F. Na Figura 1 estão somente os dados de interações significativas entre tratamentos. Não foram exploradas interações triplas (cultivar x estádio de aplicação de N x dose de N).

A cultivar mais acamadora foi a BRS Gralha-azul, nas três situações de cultivo (Tabela 1). Informações compiladas de vários trabalhos apontam que esta cultivar tem elevada eficiência para extrair N-nativo do solo, ou seja, comumente não responde ao N-adubo em termos de

produtividade, porém, em casos em que há excesso de N no sistema (N-adubo + N-nativo) essa tem tendência ao acamamento em razão do crescimento exagerado da parte aérea. Também é preciso destacar que os níveis de acamamento dos experimentos realizados em Londrina foram maiores do que os de Ponta Grossa, independentemente da irrigação, cultivar, dose e estágio de aplicação de N. Nas regiões mais quentes há maior mineralização da MO do solo, acarretando maior quantidade de N-mineral para a lavoura.

Quanto ao estágio de aplicação de N, houve redução do acamamento quando a cobertura foi efetuada na emergência, em relação ao N no perfilhamento. Porém, este resultado foi significativo somente no experimento irrigado em Londrina (Tabela 1). Na condição de sequeiro em Londrina e em Ponta Grossa, o N na emergência não minimizou o acamamento, ou seja, não houve diferença significativa para o estágio de aplicação do fertilizante.

É importante ressaltar que o apoio da irrigação foi determinante para a expressão da diferença de acamamento em razão do estágio de aplicação de N (emergência e perfilhamento), visto que, em muitos trabalhos sobre manejo do N, não é possível distinguir níveis de acamamento do trigo devido a períodos prolongados de estiagem e/ou irregularidade na distribuição de chuvas.

Na figura 1-a estão apresentados os resultados da interação entre dose e estágio de aplicação de N, para o trabalho conduzido com irrigação em Londrina. O N na emergência reduziu o problema, em comparação ao N no perfilhamento, principalmente para doses relativamente elevadas da ordem de 80 a 120 kg ha⁻¹.

Na figura 1-b, para o experimento de sequeiro conduzido em Londrina, verifica-se o acamamento para a interação entre cultivar e estágio de aplicação de N. O destaque foi para a BRS Pardela que teve o seu acamamento reduzido com o N na emergência, em relação ao N no perfilhamento. Contudo, nesta condição de cultivo a BRS Galha-azul e a BRS Tangará não foram beneficiadas pela tática de antecipar o estágio de aplicação do fertilizante.

O acamamento em Ponta Grossa variou significativamente para a interação entre cultivar e dose de N (Figura 1-c). A única cultivar que sofreu acamamento em decorrência do aporte de N foi a BRS Galha-azul, ao passo que a BRS Pardela e a BRS Tangará não foram prejudicadas mesmo quando receberam 120 kg ha⁻¹ de N.

No que se refere ao acúmulo de biomassa na parte aérea das plantas, na lavoura irrigada em Londrina as três cultivares foram estatisticamente iguais (Tabela 1). No experimento de sequeiro também em Londrina, assim como em Ponta Grossa, o destaque de biomassa foi da BRS Galha-azul, seguida pela BRS Tangará e por último pela BRS Pardela, considerando-se as médias gerais de doses e estágios de aplicação de N (Tabela 1).

O estágio de aplicação de N somente alterou a produção de biomassa em Ponta Grossa, ou seja, o N na emergência incrementou a palhada do trigo, em relação ao N no perfilhamento (Tabela 1). Em Londrina, por sua vez, tanto no sequeiro como no irrigado, o estágio de aplicação de N não alterou a biomassa da lavoura.

No experimento irrigado em Londrina, a BRS Pardela e a BRS Tangará apresentaram ajustes lineares de incremento de biomassa em decorrência do aumento da dose de N (Figura 1-d). Por outro lado, a adição de N não estimulou a produção de palhada da BRS Galha-azul.

No experimento de sequeiro em Londrina, a biomassa variou para a interação entre dose e estágio de aplicação de N (Figura 1-e). Quando o N foi ministrado na emergência houve incremento de palhada com doses relativamente baixas, da ordem de 40 a 80 kg ha⁻¹. Por sua

vez, para o N no perfilhamento, a maior produção de biomassa ocorreu com 120 kg ha⁻¹ de N. Em Ponta Grossa, o N aplicado na emergência favoreceu o acúmulo de palhada da BRS Gralha-azul, em relação ao N no perfilhamento (Figura 1-f). Porém, para a BRS Pardela e BRS Tangará o estágio de aplicação de N não surtiu efeito para esta variável.

Para estudos de responsividade de cultivares de trigo ao manejo do N, considera-se relevante quantificar a biomassa da lavoura, visto que há genótipos com tendência em produzir mais palhada em detrimento dos grãos. Além disso, altos valores de biomassa na ausência de N, como no caso da BRS Gralha-azul, é indicativo de elevada eficiência para extrair N-nativo do solo.

Tabela 1. Acamamento, biomassa seca da parte aérea das plantas, índice de colheita aparente (ICA) 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	Acamamento			Biomassa			ICA			Produtividade		
	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG	LDirrig	LDseq	PG
Cultivar				----- Kg/ha -----			----- % -----			----- Kg/ha -----		
BRS Gralha-azul	3,81 a	3,93 a	2,21 a	6370 a	5513 a	4842 a	45 a	44 a	42 ab	5190 a	4152 a	3605 a
BRS Tangará	2,98 b	2,96 b	0,00 b	6565 a	5083 b	4382 b	43 b	40 b	39 b	4824 b	3373 c	2833 b
BRS Pardela	3,12 b	2,94 b	0,14 b	6354 a	4749 c	3647 c	42 b	43 a	44 a	4519 c	3518 b	2907 b
Estádio de aplicação N												
Emergência	2,87 b	3,16 a	0,66 a	6344 a	5187 a	4487 a	43 a	41 a	40 b	4802 a	3690 a	3071 a
Perfilhamento	3,74 a	3,41 a	0,91 a	6514 a	5044 a	4094 b	43 a	42 a	43 a	4886 a	3672 a	3159 a
Causa da variação	Pr>Fc											
Cultivar (C)	0,006	<0,001	<0,001	0,458	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estádio (E)	<0,001	0,084	0,081	0,270	<0,001	0,005	0,652	0,310	0,005	0,142	0,653	0,152
Dose de N (D)												
Reg. Linear	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,053	0,026	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	<0,001
Reg. Quadrática	<0,001	<0,001	0,527	0,753	0,123	0,714	0,019	0,027	0,406	<0,001	0,006	0,073
C x E	0,966	0,036	0,406	0,008	0,022	0,020	0,088	0,207	0,183	0,052	0,335	0,534
C x D	0,152	0,068	<0,001	<0,001	0,390	0,099	<0,001	0,327	0,004	0,012	0,173	0,088
E x D	0,048	0,620	0,372	0,461	<0,001	0,393	0,456	0,020	0,494	0,733	0,572	0,830
C x E x D	0,928	0,286	0,800	0,059	0,052	0,029	0,095	0,059	0,180	0,757	0,276	0,953
CV (%)	32,6	19,3	86,1	11,7	10,9	15,4	7,4	8,6	9,9	5,7	5,5	9,5

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Acamamento: √%.

O índice de colheita aparente (ICA) da lavoura de trigo teve forte variação em razão da cultivar, porém, com respostas distintas para os diferentes ambientes estudados (Tabela 1). No experimento irrigado em Londrina, o ICA da BRS Gralha-azul superou significativamente o da BRS Pardela e o da BRS Tangará.

Verifica-se na tabela 1, para os dois experimentos realizados em Londrina (sequeiro e irrigado), que o ICA não foi alterado em função do estágio de aplicação de N. Por sua vez, em Ponta Grossa o N no perfilhamento aumentou significativamente o ICA do trigo, em comparação ao N na emergência, para a média geral de cultivar e dose de N.

Quanto às cultivares, os valores de ICA foram expressivamente influenciados pelo ambiente de produção (Tabela 1). No experimento irrigado em Londrina, o ICA da BRS Gralha-azul foi maior do que os das demais cultivares. No sequeiro também em Londrina, os maiores valores de ICA foram da BRS Gralha-azul e da BRS Pardela. Em Ponta Grossa, o destaque foi para o ICA da BRS Pardela (Tabela 1).

Na figura 1-g, para a lavoura irrigada em Londrina, os valores de ICA da BRS Tangará e BRS Pardela foram reduzidos em razão do aporte de N, com respostas lineares negativas, ou seja, a adubação nitrogenada foi prejudicial ao acúmulo de palhada da lavoura. Por outro lado, a

BRS Gralha-azul apresentou resposta quadrática à adição de N, e os valores máximos de ICA foram alcançados com 40 a 60 kg ha⁻¹.

No experimento de sequeiro em Londrina (Figura 1-h), quando o N foi ministrado na emergência, o ICA apresentou resposta quadrática em função da dose de N, e o máximo incremento ocorreu com 40 kg ha⁻¹. Para o N no perfilhamento, o ICA não foi alterado. Em Ponta Grossa, o ICA variou significativamente em função da cultivar e dose de N (Figura 1-i). A BRS Gralha-azul e a BRS Pardela apresentaram respostas lineares positivas para o ICA em função do aporte de N, mas não foi constatada alteração de ICA para a BRS Tangará.

As conclusões do trabalho são as seguintes: (1) O acamamento é minimizado quando o N é aplicado na emergência da lavoura, contudo, este problema tem forte relação com o genótipo e o ambiente; (2) A quantificação da biomassa e do índice de colheita aparente tem grande valia para aprimorar o manejo do N, pois contribui para distinguir comportamento de cultivares.

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).
- FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C. **Indicações Fitotécnicas para Cultivares BRS de Trigo no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2015, 16 p. (Circular Técnica 110, Embrapa Soja)

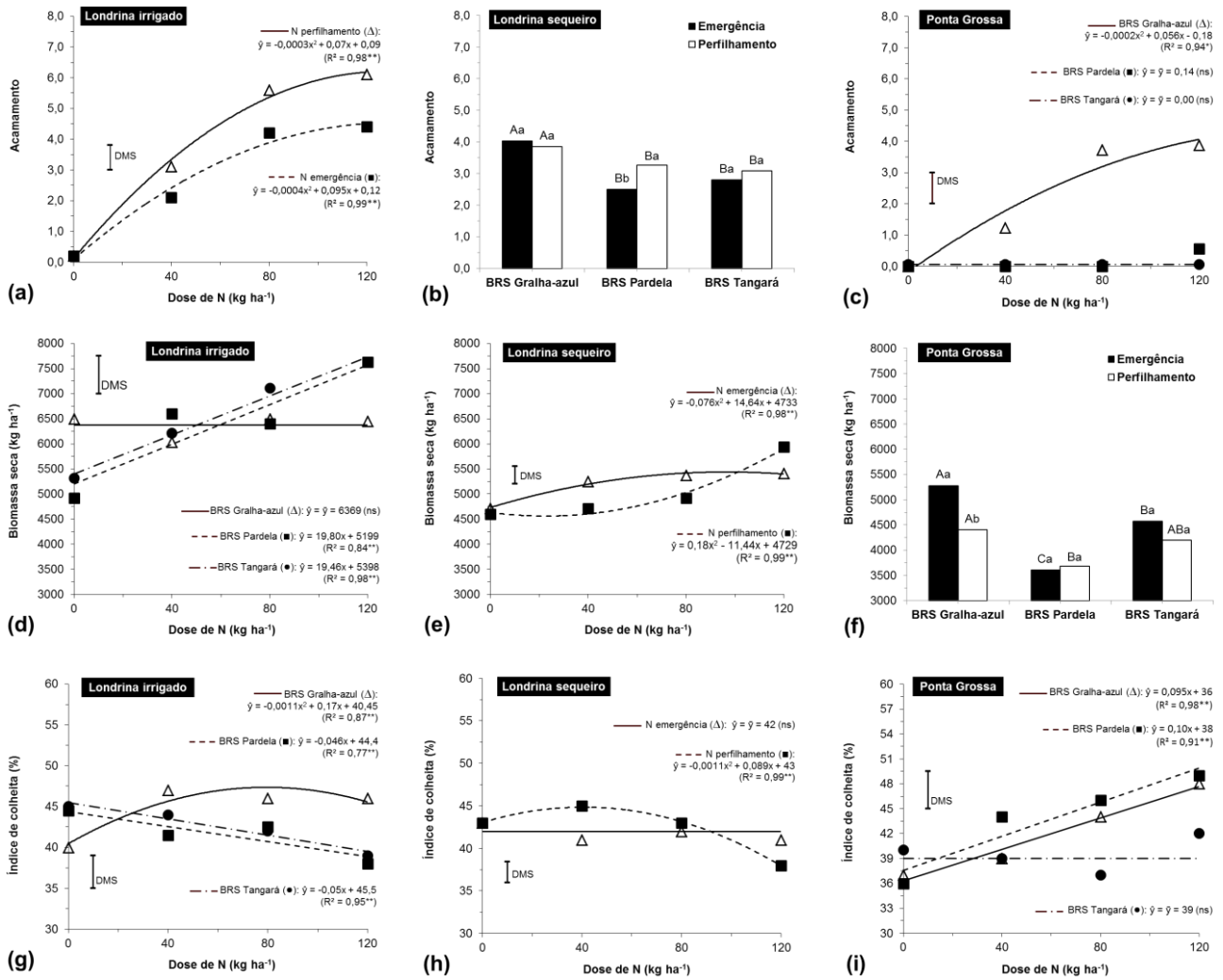


Figura 1. Acamamento em Londrina com irrigação (a), no sequeiro (b) e em Ponta Grossa (c), biomassa seca da parte aérea das plantas em Londrina com irrigação (d), no sequeiro (e) e em Ponta Grossa (f), e índice de colheita aparente em Londrina com irrigação (g), no sequeiro (h) e em Ponta Grossa (i). * 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 estágio de aplicação de N, e as minúsculas os estádios dentro de cada cultivar, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).