

Comportamento da cultura do trigo sob efeito de fontes e doses de nitrogênio

Behavior of wheat under the effect of sources and doses of nitrogen

Giovana Orso¹; Henrique Lovatel Villetti²; Fábio Henrique Krenchinski³; Alfredo Junior Paiola Albrecht⁴; Leandro Paiola Albrecht⁵; Danilo Morila Rodrigues⁶; Milton Ferreira Moraes⁷

¹ Acadêmica de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: giovanaorso@hotmail.com

² Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: henrique.l.villetti@hotmail.com

³ Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: fabiohk2@gmail.com

⁴ Professor da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina, R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000. Palotina, PR. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br

⁵ Professor da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina, R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000. Palotina, PR. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

⁶ Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: danthdanilomr@gmail.com

⁷ Professor da Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, CEP 78600-000, Barra do Garças, MT. E-mail: moraesmf@yahoo.com.br

Resumo: O trigo é uma cultura de grande importância no cenário do agronegócio nacional, sendo um dos cereais mais produzidos no mundo. O nitrogênio é de grande importância para a cultura, por participar da constituição de substâncias determinantes à qualidade do grão e do desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, como a síntese proteica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar fontes de nitrogênio, em diferentes doses, na aplicação de cobertura na cultura do trigo, na região Oeste do Estado do Paraná. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5x4, no qual cinco são as doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e quatro as fontes de N: Sulfato de Amônio (SA: 21% N), Ureia comum (UC: 46% N), Nitrato de amônio (NA: 34% N) e FH Nitro Mais® (NM: 44,6% N + 0, 4 % B + 0,15 % Cu). A aplicação ocorreu parcelada em duas etapas, uma no início do perfilhamento e outra no fim. As variáveis mensuradas foram altura de plantas, número de perfilhos, massa seca e produtividade. A fonte NM® proporcionou melhores

resultados na massa seca na dose de 120 kg N ha⁻¹ em relação ao Nitrato de amônia. Porém, entre as doses das fontes não foi possível ajuste de regressões. As demais variáveis não sofreram influência significativa. Numericamente, em uma dose de 120 N ha⁻¹, a fonte de ureia e sulfato de amônia tiveram a produtividade mais alta.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, L. Volatilização do nitrogênio. Adubação de cobertura.

Abstract: Wheat is a crop of great expressiveness in the setting of national agribusiness, being one of the most produced cereals worldwide. Nitrogen is of great importance to the culture, to participate in the formation of substances determining the quality of the grain and the development of essential metabolic functions, such as, protein synthesis. This study aimed to evaluate nitrogen sources, in different doses, in the application of wheat grown coverage in the Western region of Paraná State. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 5x4 factorial design, in which five are the doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and four sources of Ammonium Sulphate (AS: 21% N), Common Urea (UC: 46% N), ammonium nitrate (AN: 34% N) and Nitrogen Formulated (NM: 44.6% N + 0, B 4% + 0.15% Cu). The application was split in two stages, one at the beginning of tillering and other at the end. The variables measured were plant height, number of tillers, dry weight, and productivity. The source NM[®] provided better results in dry mass at 120 kg N ha⁻¹ compared to ammonium nitrate. But, between doses of the sources it was not possible to adjust regressions. The remaining variables did not influence between doses and between sources. Numerically at a dose of 120 kg N ha⁻¹ the source of urea and ammonium sulphate had the highest productivity.

Keywords: *Triticum aestivum*, L. Volatilization of nitrogen. Fertilization of coverage.

Introdução

O trigo é uma cultura de grande expressividade no cenário do agronegócio nacional, a área plantada na safra 2014 deverá ter um incremento de 19,8% em relação à safra 2013, o que corresponde a um acréscimo de 437,8 mil hectares, alcançando 2647,6 mil hectares de área cultivada. A produção estimada para safra 2014 é de 7503,5 mil toneladas, uma variação de 35,7% a mais que a safra de 2013, ainda na safra 2014 a produtividade média estimada para o Brasil é de 2700 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No Paraná, a cultura deve ocupar uma área de 1350,2 mil hectares, representando um incremento de 36% em relação à safra anterior, segundo dados da CONAB (2014). Esse aumento expressivo na área plantada de trigo deve-se ao valor do produto no mercado ao alto custo de produção do milho de 2^o safra, junto ao baixo valor agregado do produto.

Segundo Cantarella (2007), o trigo, assim como as demais plantas da família das Poaceas, apresenta em sua constituição cerca de 2,9% de N na planta e 2% nos grãos. O nitrogênio é um dos elementos mais requeridos para cultura do trigo, desse modo ele passa a ser essencial para obter maior produtividade por área. Segundo Iapar (1999), para melhor aproveitamento do nitrogênio, recomenda-se o parcelamento da dose, aplicando parte na semeadura e parte em cobertura, no final do perfilhamento. A deficiência de nitrogênio no trigo pode reduzir a evapotranspiração e a eficiência do uso da água na cultura (NIELSEN E HALVORSON, 1991) e, também, afetar a

interceptação da radiação, diminuindo a eficiência do uso da radiação (ABBATE *et al.*, 1995, *apud* TRINDADE *et al.*, 2006).

O nitrogênio é de grande importância na cultura, pela sua participação na constituição de substâncias que determinam a qualidade, e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese proteica (VIEIRA *et al.*, 1995). Segundo Miñin e Lea (1976), esse elemento está presente na composição de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas. Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, com intuito de melhorar sua eficiência.

A dose de nitrogênio a ser utilizada pode ser determinada com base na estatura das plantas e na fertilidade do solo. É utilizada, no geral, uma média de 30 a 60 kg ha⁻¹ do elemento (COSTA e OLIVEIRA, 1998), sendo que menores doses são recomendadas para as cultivares de porte alto e/ou solos de fertilidade alta. Entretanto, admite-se que algumas cultivares podem responder a doses elevadas, de até 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio (FREITAS *et al.*, 1995; VIEIRA *et al.*, 1995). Admite-se que, para trigo cultivado após soja, a quantidade de nitrogênio aplicado pode ser menor do que a utilizada após gramíneas (IAPAR, 2000).

Dentre as fontes de nitrogênio, a ureia comum é o fertilizante que possui o menor custo por unidade de nutriente, sendo este o de maior produção e consumo no Brasil, porém o aproveitamento do N da ureia é variável e incerto, podendo ocorrer muitas perdas por volatilização. Já a fonte de sulfato de amônia é a segunda de maior expressão, sendo utilizada também para a suplementação de enxofre (PERUZZO, 2000). Devido à volatilização sofrida pelo N da ureia, recentemente passou a estar disponível no mercado uma fonte de nitrogênio com inibidores da uréase, responsável pela catalização enzimática da ureia, como os compostos por boro e cobre. O boro tem ação direta na competição do sítio catalítico da uréase, já a inibição da urease pelo cobre deve-se pela competição com o níquel, que é um componente específico da enzima (MORAES *et al.*, 2010).

De acordo com Peruzzo *et al.* (1994), que estudaram 18 fontes de N na cultura do trigo, a maior absorção de N ocorre quando elas são aplicadas na semeadura e em cobertura, do que quando aplicadas somente na semeadura. Contudo, Ros *et al.* (2003), ao testar diferentes métodos de adubação nitrogenada em plantio direto e avaliar a disponibilidade de N, verificaram que a aplicação de N totalmente na semeadura ou em cobertura não diferem no que se refere à produtividade de grãos de trigo.

Embora as respostas à aplicação de doses de nitrogênio apresentem resultados variáveis de acordo com clima, solo, cultivar e outros, grande parte dos resultados demonstram que o uso desses nutrientes, mesmo que em baixas doses, resulta em produtividades superiores em relação à ausência do uso no nutriente (VIERA *et al.*, 1995).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar fontes de nitrogênio, em diferentes doses, na aplicação de cobertura na cultura do trigo, na região Oeste do Estado do Paraná.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado a campo, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, na safra 2012/13, em um solo classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2006) de textura muito argilosa, apresentando as seguintes características químicas: de 0-20 cm: pH (CaCl₂) de 5,6; M.O de 36,55 g dm⁻³; P de 19,40 mg dm⁻³; 1,68; 7,86; 0,00 por Cmol_c dm⁻³ de K⁺, Ca⁺², Al⁺³, respectivamente. O clima da região é caracterizado como subtropical (Cfa), segundo a classificação de Koppen, sem estação seca definida.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5x4, no qual 5 são as doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e 4 as fontes de nitrogênio o Sulfato de Amônio (SA: 21% N), Ureia comum (UC: 46% N), Nitrato de amônio (NA: 34% N) e FH Nitro Mais® (NM®: 44,6% N + 0, 4 % B + 0,15 % Cu). A cultivar de trigo utilizada foi CD 104, com espaçamento entre linhas de 17 cm, utilizando adubação de plantio de 205 kg ha⁻¹ da formulação 16-16-16 (NPK). As parcelas foram compostas por 21 linhas de cinco metros, sendo considerada uma área útil com 10 linhas centrais, descontando-se um metro de cada lateral, compondo uma área útil de 5,1 m². As doses de nitrogênio foram aplicadas em duas etapas, uma no início e outra no final do perfilhamento. Foram avaliados: altura de plantas (cm/planta), número de perfilhos, massa seca (kg ha⁻¹), e produtividade (kg ha⁻¹). A massa seca foi coletada com auxílio de um quadro de 0,50 X 0,50 m, totalizando 0,25 m². A coleta foi realizada no estágio de pleno florescimento da cultura. As amostras foram secas em estufa, com circulação de ar, até massa constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e foram realizados todos os desdobramentos necessários. As fontes foram comparadas pelo teste de média de Tukey (p<0,05), enquanto para o tratamento quantitativo (doses) foi realizada a análise de regressão (p<0,05).

Resultados e Discussão

Não houve interação significativa entre os fatores doses e fontes nas variáveis: número de perfilhos, altura de planta e produtividade. Os desdobramentos das interações não permitiram identificar efeitos significativos (p≤0,05), por meio da análise de regressão, para as variáveis analisadas.

Na Tabela 1, para a variável altura de planta, numericamente as maiores médias obtidas foram quando utilizaram-se as fontes UC e NA, seguidas de NM® e SA, porém todas apresentaram mesmo comportamento, em termos estatísticos. As doses de nitrogênio não refletiram em ganho de altura, esses dados estão de acordo com Teixeira Filho *et al.* (2010) que, avaliando doses, fontes e épocas de aplicação, não encontraram efeito significativo para altura de plantas em relação as doses e as fontes. Yano *et al.* (2005) não encontraram diferença significativa entre fontes de N (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) quanto à altura de plantas de trigo. Esses resultados contrastam com os de Zagonel *et al.* (2002), que verificaram diferenças estatísticas significativas com aumento da dose N na altura de plantas na cultura do trigo.

Tabela 1 - Aplicação de fontes de nitrogênio em diferentes doses para a altura de plantas - AP (cm) e número de perfilhos – NP, na cultura do trigo em Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

Doses	Uc		AS		NA		NM®	
	AP	NP	AP	NP	AP	NP	AP	NP
0	80,0	2,08	78,0	2,59	80,0	2,37	80,0	2,45
30	76,0	2,58	81,0	2,41	80,0	2,45	79,0	2,49
60	81	2,53	81,0	2,58	80,0	2,70	81,0	2,49
90	80	2,49	80,0	2,32	80,0	2,49	80,0	2,33
120	81	2,16	78,0	2,24	80,0	2,12	77,0	2,45
Média	80,0	2,37	79,0	2,43	80,0	2,42	79,0	2,44
CV%	3,63	16,09	3,63	16,09	3,63	16,09	3,63	16,09

Não significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Segundo Zagonel (2007), a altura de plantas está ligada diretamente ao acamamento e pode ser afetada pela dose de nitrogênio, entre outros fatores. Não se verificou acamamento de plantas mesmo em altas doses de nitrogênio, já que o cultivar empregado apresenta classificação de resistência a acamamento (COODETEC, 2013). Silva (1991), estudando cinco doses de N e seis cultivares de trigo, constatou ausência de efeito das doses de N sobre o acamamento de plantas. O cultivar, avaliado no experimento, tem altura média considerada baixa (81 cm), correspondendo aos dados encontrados (COODETEC, 2013).

O número de perfilhos não foi alterado com a adubação de N em cobertura, sendo que esta é uma característica ligada diretamente com o número de plantas por área. Mundstock (1999) relata que o número de perfilho é determinado em função da população de plantas da área em geral, em que o número de perfilhos sofre alterações para compensar a falta ou o excesso de plantas. Porém, numericamente, a fonte NM® apresentou a maior média, seguida da fonte Sulfato de amônio.

Para a variável massa seca (kg ha^{-1}), na Tabela 2, houve resultado significativo a 5% de probabilidade, em relação às fontes, na aplicação da dose de 120 kg N ha^{-1} , para a fonte NM® em relação ao NA, mas não diferiu significativamente das demais fontes. Na média geral de todas as doses, o NM® apresentou, numericamente, o maior valor. O NM® é um adubo nitrogenado revestido de boro e cobre e, provavelmente, a presença desses micronutrientes proporcionou a redução da volatilização da ureia, aumentando a eficiência de aproveitamento do N, corroborando com a literatura pertinente (MORAES *et al.*, 2010).

Tabela 2 - Efeito da aplicação de fontes de nitrogênio em diferentes doses para produtividade - PRO (Kg ha⁻¹) e massa seca das plantas – MS (Kg ha⁻¹) na cultura do trigo em Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

Doses	UC		AS		NA		NM®	
	PRO	MS	PRO	MS	PRO	MS	PRO	MS
0	2202,0	4840,0 a	2148,0	5260 a	2273,0 a	4800,0 a	2146,0	5360,0
30	2225,0	5370,0 a	1752,0	5050 a	2184,0 a	4890,0 a	2133,0	5690,0
60	2263,0	5290,0 a	2256,0	5410 a	2135,0 a	5210,0 a	1752,0	6100,0
90	1580,0	5720,0 a	1782,0	5450 a	1591,0 a	6170,0 a	1862,0	5700,0
120	2435,0	4720,0 ab	2435,0	5213 ab	2424,0 a	4720,0 b	1972,0	6866,0
Média	2141,0	5188,0	2075,0	5276,0	2122,0	5158,0	1973,0	5943,0
CV%	21,50	18,66	21,50	18,66	21,50	18,66	21,50	18,66

Letras minúsculas diferem entre si, na linha, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para a produtividade, não se encontrou resultado significativo nas fontes e nem nas doses, no entanto os dados estão de acordo com Silva *et al.* (2008) que, analisando fontes e épocas de aplicação de N, não encontraram efeito significativo para as fontes. O mesmo acontece no trabalho realizado por Teixeira Filho *et al.* (2010), que avaliaram doses, fontes e épocas de aplicação de N e encontraram diferença significativa somente para as épocas de aplicação. Esses dados também corroboram com os resultados obtidos por Ros *et al.* (2003), em que aplicações das doses em uma única época, seja ela na pré-semeadura, semeadura ou em cobertura, não influenciaram significativamente a produtividade de grãos, e o parcelamento das doses também não afetou a mesma. Heinemann *et al.* (2006), avaliando cultivares de trigo, observaram que as mesmas não diferiram quanto à produção de grãos, contudo apresentaram uma resposta quadrática ao nitrogênio. Megda *et al.* (2009), estudando três fontes de nitrogênio, também não encontraram diferenças estatísticas em relação à produtividade de grãos, porém as mesmas foram superiores, numericamente, à testemunha.

Ocorreu pouca alteração no número de perfilhos, devido à aplicação ter ocorrido no início e no final do perfilhamento, ou seja, foi após definição do potencial de perfilhamento quando foram feitas as aplicações. Para altura de plantas, observa-se homogeneidade, evidenciando que o nitrogênio, nas condições em que foi conduzido o ensaio, não influenciou nessa característica.

Diante das informações oriundas da presente pesquisa, sucedeu tendência de resultados positivos no uso de adubos nitrogenados, em especial com inibidores da uréase, como é o caso da fonte NM®. Porém, os resultados não permitiram definir efeitos significativos marcantes e são necessários mais estudos para averiguar o real impacto da aplicação de N sob a cultura do trigo.

Conclusão

A fonte NM® proporcionou melhores resultados de massa seca na dose de 120 kg N ha⁻¹ em relação ao Nitrato de amônia. As demais variáveis não demonstraram influência significativa. Já para as doses, não foi possível identificar efeitos

significativos nas variáveis analisadas, demonstrando, assim, necessidade contínua de pesquisas nessa área.

Referências

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, 2007. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.375-470.

COMPANHIA Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2014*. 84p. (Boletim Técnico,11).

COODETEC. *Produtos - Trigo*, Disponível em:
<<http://www.coodetec.com.br/php/detalhes>>

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. *Fertilidade do solo e nutrição de plantas*. Campo Mourão, PR: COAMO/COODETEC. 89p. 1998. Disponível em cultivar.php?id=45> Acesso em: 15 de agosto de 2014.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. *Sistema de classificação dos solos*. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 2. ed. 2006. (Boletim técnico).

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C.E.O.; PEREIRA FILHO, A. W. P., *et al.* Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao Nitrogênio. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 1995. V.19, p.229-234.

HEINEMANN, A.B., STONE, L.F., DIDONET, A.D., TRINDADE, M.G., SOARES, B.B., MOREIRA, J.A.A., CÁNVAS, A.D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2006. V.10, n.2, p.352-356.

IAPAR. *Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná*. Londrina, 1999. 148p. (Circular, 106).

IAPAR. *Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná*. Londrina, 2000. 152 p. (Circular, 109).

MEGDA, M. M., BUZETTI, S., ANDREOTTI, M., FILHO, M. M. C. T., VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2009. V.33, n.4.

MIFLIN, B. J., LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plantas. *Phyiochemistry*. New York, 1976. V. 15, p.873-885.

MORAES, M.F.; ABREU, C. H. J; LAVRES J.J. Micronutrientes. In: PROCHNOW, I.L; CASARIN, V.; STIPP, S.P. *Boas práticas para uso de fertilizantes*. 2010. p.205-278.

MUNDSTOCK, C. M. *Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo*. Porto Alegre. Ed. do Autor, 228p. 1999.

NIELSEN, D.C.; HALVORSON, A. D. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, 1991. V.83, n.6, p.1065-1070.

PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. *Revista Cultivar Grandes Culturas*. 2000. n.16.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F. de; WIETHÖLTER, S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados para a cultura do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1994. V.29, p.1027-1034.

ROS, C. O., SALET, R. L., PORN, R. L., MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, 2003. V.33, n.5, p.799-804.

SILVA, D.B. Efeito do nitrogênio em cobertura sobre o trigo irrigado em sucessão à soja na região dos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 1991. V.26, p.1387-1392.

SILVA, S.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SILVA, M.G. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. 2008. V. 32, p.2717-2722, Número Especial.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C.G.S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília. 2010. V.45, n.8, p.797-804.

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÃNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2006. V.10, n.1, p.24-29.

VIEIRA, R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M. C. M. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Científica*, São Paulo, 1995. V.23, n.2, p.257-264.

YANO, G.T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. *Semina. Ciências Biológicas e da Saúde*. Londrina, 2005. V.26, n.2, p.141-148.

ZAGONEL, J., FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*, Viçosa, 2007. V. 25, n.2, p.331-339.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, Cultivar OR-1. *Ciência Rural*. Santa Maria, 2002. V.32, n.1, p.25-29.