

Produtividade do trigo sob diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura

Edgar Dos Santos Junior^{1,*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*} edsjr00@gmail.com

Resumo: O trigo é uma cultura que demanda elevada quantidade de nitrogênio (N) e o fornecimento desse nutriente através de fertilizantes esbarra nas perdas principalmente por volatilização e custo de cada um. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de N, aplicados em cobertura, sobre características agronômicas e produtivas do trigo. O experimento foi realizado no campo experimental do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), em Cascavel – PR, no período de abril a outubro de 2022. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, constituído dos seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (sem adubação nitrogenada de cobertura); T2 – Ureia branca (45 % de N); T3 – Ureia protegida (43 % de N); T4 – Sulfato de amônio (21 % de N) e T5 – Cloreia (15 % de N e 15 % de K). As adubações de cobertura foram efetuadas entre os estádios de perfilhamento e alongação. No estágio de maturação, foi mensurada a altura plantas e na colheita foram avaliados o peso hectolitro (PH) e a produtividade de grãos. Os resultados mostraram que os tratamentos com sulfato de amônio e cloreia, apesar de não diferir significativamente, incrementaram a produtividade e promoveram crescimento das plantas, comparado com a aplicação de ureia protegida. A adubação de cobertura com diferentes fontes de N não aumentou a qualidade dos grãos de trigo e as características produtivas, nas condições estudadas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; Fontes de nitrogênio; Rendimento de grãos.

Wheat yield under different nitrogen fertilizers applied in topdressing

Abstract: Wheat is a crop that demands a high amount of nitrogen (N) and the supply of this nutrient through fertilizers bumps into losses mainly due to volatilization and cost of each. Thus, the objective of this work was to evaluate the effects of different sources of N, applied in cover, on agronomic and productive characteristics of wheat. The experiment was carried out in the experimental field of the Assis Gurgacz University Center (FAG), in Cascavel - PR, from April to October 2022. The experimental design used was randomized blocks, with five treatments and four replications, totaling 20 experimental units, consisting of the following treatments: T1 - Control (without nitrogen fertilization of cover); T2 - White urea (45 % N); T3 - Urea protected (43 % N); T4 - Ammonium sulfate (21 % N) and T5 - Cloreia (15 % N e 15 % K). The cover fertilizations were carried out between the stages of planenting and elongation. At the maturation stage, plant height and at harvest were evaluated the hectoliter weight (PH) and grain yield. The results showed that the treatments with ammonium sulfate and cloreia, although not significantly differing, increased productivity and promoted plant growth, compared with the application of protected urea. The fertilization of cover with different sources of N did not increase the quality of wheat grains and the productive characteristics, under the conditions studied.

Keywords: *Triticum aestivum*; Nitrogen sources; Grain yield.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo depois do milho. No Brasil, é produzido desde a região sul até o cerrado, sendo o estado do Paraná o maior produtor nacional do cereal, entretanto, seu potencial produtivo ainda não foi totalmente explorado, pois o país ocupa a décima sexta posição no ranking de produção, com importações muito superiores às exportações, tanto para o trigo em grão como para a farinha (COÊLHO, 2021).

Sendo assim, o Brasil necessita aumentar a produção deste cereal, pois além da demanda nacional de grãos, seu cultivo auxilia no controle da erosão e de plantas daninhas e favorece o plantio direto, devido a qualidade de palha que permanece no solo (BARTH; SUYAMA, 2013; CONAB, 2022). A triticultura é bastante tecnificada, devendo as escolhas de manejo serem feitas conforme as peculiaridades regionais, a expectativa de rendimento de grãos e a relação entre receita e investimento (PIRES, 2017).

O aumento do rendimento de grãos de trigo nas últimas décadas pode ser atribuído principalmente ao melhoramento genético e a crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, entre os quais a adubação nitrogenada que se mostra importante na definição da produtividade; o trigo demanda elevada quantidade de macronutrientes, principalmente, nitrogênio (N) e potássio (MORI *et al.*, 2016).

As gramíneas como o trigo são constituídas de 2,9 % de N na planta inteira e 2 % nos grãos (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010) e, por não se beneficiarem da fixação biológica de nitrogênio, na mesma proporção que leguminosas, precisam obter praticamente todo o N do solo e dos fertilizantes (ESPINDULA *et al.*, 2010). Portanto, é necessário estabelecer a relação entre o N disponível no solo e o aplicado, com o rendimento de grãos (BAZZO *et al.*, 2020).

A dose de N a ser utilizada baseia-se na estatura das plantas e na fertilidade do solo, se o teor de matéria orgânica for alto, as doses podem ser menores. Segundo Górnny *et al.* (2011), apenas 40 a 60 % do N mineral aplicado é absorvido pela cultura do trigo, com menor aproveitamento percentual em doses mais elevadas aplicadas sem parcelamentos (SILVA *et al.*, 2016).

Todavia, a adubação requer cuidados quanto à época e às doses de aplicação, baixas doses limitam a produtividade, mas altas doses podem levar ao acamamento, dificultar a colheita e causar queda de produtividade (TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2010). A proporção do parcelamento da adubação nitrogenada deve considerar fatores como o ambiente, o manejo, cultura anterior e a cultivar de modo a se obter recomendações específicas (ESPINDULA *et al.*, 2010).

Segundo Mundstock (1999), o parcelamento desta adubação proporciona uma maior eficiência na assimilação de N pelo trigo, diminuindo as perdas por lixiviação em anos chuvosos e por volatilização em anos secos. Conforme Megda *et al.* (2009), parcelar a aplicação de fertilizante nitrogenado resulta em maior recuperação do nutriente pela cultura e maior produtividade, quando comparados com a aplicação única.

Além disso, Silva *et al.* (2016) destacam que a época correta de aplicação do N é fundamental para incrementar o rendimento de grãos, pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas; se realizada no momento adequado, pode aumentar a eficiência de uso do N pelo trigo, incrementando o número de grãos por espiga e o número de espigas por área, que são importantes componentes do rendimento de grãos. No Paraná recomenda-se parcelar a adubação nitrogenada, aplicando parte na semeadura e o restante em cobertura entre os estádios de perfilhamento e alongação (NEPAR, 2019).

Recentemente tem-se observado maior interesse pelo uso de fertilização foliar, em razão do desenvolvimento de fertilizantes solúveis de alta concentração e com possibilidade de mistura no tanque, no entanto, ainda há dúvidas sobre as doses, concentrações de N e a efetividade de aplicações em cobertura (BAZZO *et al.*, 2020).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de N, aplicados em cobertura, sobre características agrônômicas e produtivas do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de abril a outubro de 2022, no campo experimental do Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias (CEDETEC) do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), no município de Cascavel – PR (24°56'29" S e 53°30'39" W e altitude de 781 m). O clima da região é Cfa, de acordo com Köppen, definido como subtropical úmido mesotérmico, com precipitação hídrica anual de 900,1 a 1.000 mm, verão quente e geadas menos frequentes, sem estação seca definida (NITSCHKE *et al.*, 2019).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 2018), com os seguintes atributos químicos na camada de 0 - 0,20 m de profundidade: pH em CaCl₂ = 5,4; P = 9,8 mg dm⁻³; K = 0,4 Cmolc dm⁻³; Ca = 5,2 Cmolc dm⁻³; Mg = 1,8 Cmolc dm⁻³; matéria orgânica = 4,2 % e saturação de bases = 62,2 %.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram compostos por diferentes fontes de N em cobertura (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos e dosagem de fertilizantes aplicados por parcela.

Nº tratamento	Fertilizante	% de N	Dose (kg ha ⁻¹)*
T1	Sem N	Sem N	Sem N
T2	Ureia branca	45	177,77
T3	Ureia protegida	43	186,05
T4	Sulfato de amônio	N: 21 e S: 22	380,95
T5	Cloreia	N: 15 e K: 15	533,33

* Calculados de acordo com a dose de 80 kg ha⁻¹ de N. Fonte: O Autor (2022).

A semeadura do trigo cultivar BRS Atobá foi realizada no mês de abril de 2022, em sistema plantio direto sobre palhada de soja, utilizando-se semeadora Semeato (PD 17) de 6 linhas e espaçamento entre linhas de 0,20 m e densidade de 75 sementes por metro linear. Cada unidade experimental (parcela) foi formada por nove linhas com 5 m de comprimento. A área útil de cada parcela foi constituída por quatro linhas centrais e 4 m de comprimento.

De acordo com os resultados da análise química do solo, foi utilizada adubação de plantio no sulco de semeadura com 270 kg ha⁻¹ do formulado (NPK) 10–15–15. As adubações de cobertura, 80 kg ha⁻¹ de N, foram efetuadas entre o estágio de perfilhamento e alongação, conforme preconizado pela NEPAR (2019). Os demais tratamentos fitossanitários foram realizados mediante aplicação de produtos recomendados à cultura do trigo.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada a lanço de forma manual, entre os estádios de perfilhamento e alongação em condições de umidade relativa do ar favorável, com chuva após a aplicação.

No estágio de florescimento completo, foi mensurada a altura das plantas, definida como a distância (cm) do nível do solo até a extremidade das espigas, excluindo-se as aristas, foram mensuradas dez plantas em sequência, na linha central da área útil de cada parcela.

Na colheita, foram mensuradas a produtividade de grãos das plantas contidas nas quatro linhas centrais com 4 m de comprimento de cada parcela. Após a trilhagem mecânica, os grãos foram quantificados, e os dados transformados em kg ha⁻¹, para 13 % (base úmida). O peso hectolitro (PH), corresponde à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L de trigo, expressa em kg, determinada em balança de ¼ de L, com teor de água dos grãos corrigido para 13 % (base úmida), feita a conversão utilizando a tabela específica para PH.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentados o resumo da análise de variância e os resultados médios dos parâmetros altura de planta, peso hectolitro (PH) e produtividade do trigo submetidos a diferentes fontes de N em cobertura.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância e médias de altura de planta, peso hectolitro e produtividade da cultura do trigo submetido a diferentes fontes de N em cobertura.

Tratamento	Altura de planta (cm)	PH (kg hct ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1 – Testemunha	67,26 ab	79,03 a	3656,25 a
T2 – Ureia branca	67,35 ab	78,82 a	3425,78 a
T3 – Ureia protegida	66,92 b	78,57 a	3192,25 a
T4 – Sulfato de amônio	68,18 a	79,26 a	3885,94 a
T5 - Cloreia	68,05 a	79,05 a	3860,15 a
Média	67,55	78,95	3604,07
Valor de F	6,93*	0,85 ^{ns}	0,48 ^{ns}
CV (%)	0,61	0,71	23,66

CV: coeficiente de variação. * e ns = significativo e não significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F. Mesmas letras minúsculas na coluna indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

De acordo com a análise de variância, verificou-se que houve diferença significativa a 5 % de probabilidade apenas no componente altura de planta, nas variáveis PH e produtividade, pelo teste F não houve diferença significativa.

Os coeficientes de variação (CV) das variáveis altura de planta e PH apresentaram homogeneidade e baixa dispersão dos dados, com CV abaixo de 10 %, já o parâmetro produtividade apresentou CV superior a 20 %, indicando alta dispersão dos dados e baixa homogeneidade de acordo com o proposto por Pimentel-Gomes (2000).

Com relação à altura de planta, verifica-se que os tratamentos com sulfato de amônio (T4) e cloreia (T5) se destacaram com médias de 68,18 e 68,05 cm, respectivamente, e houve efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o tratamento com ureia protegida (T3), ureia branca (T2) e testemunha.

Embora a aplicação de sulfato de amônio (T4) e cloreia (T5) tenham apresentado plantas mais altas em relação aos demais fertilizantes nitrogenados, não se observou acamamento em virtude das características do BRS Atobá que apresenta porte baixo e boa resistência ao acamamento. Cavalcante *et al.* (2016) também observaram diferença significativa na altura de plantas de trigo submetidas a diferentes adubações em semeadura e cobertura, sendo que o tratamento com ureia branca em cobertura se sobressaiu em relação aos outros, estes autores

pontuaram o bom desempenho da ureia branca aplicada em cobertura, onde a planta responde muito bem a adubação nitrogenada logo após o momento da aplicação.

Entretanto, Espindula *et al.* (2010) relatam não haver diferenças significativas entre as aplicações N de forma parcelada para as características altura de plantas e consideram a adubação em cobertura não vantajosa devido ao curto espaço de tempo entre a semeadura e a aplicação em cobertura, uma vez que as condições de clima, temperaturas elevadas antecedem o ciclo da cultura e que podem ser particularidade de cada cultivar.

Para a variável PH, observa-se que não houve interação entre as diferentes fontes de N aplicadas em cobertura e o PH do trigo. Em função do limite mínimo do PH e dos limites máximos dos percentuais de umidade, é definido o tipo do trigo, que é classificado em três tipos (1, 2 ou 3): 1 – $PH \geq 78$ e $U \leq 13\%$; 2 - $PH \geq 75$ e $U \leq 13\%$; 3 – $PH \geq 70$ e $U \leq 13\%$ (IN SARC nº 7 de 2001), conforme a classificação varia o preço da saca paga ao produtor, quanto menor o PH maior é o desconto e mais baixa é a qualidade do produto. Apesar do excesso de chuva no período de maturação, todos os tratamentos apresentaram trigo tipo 1.

No estudo realizado por Cavalcante *et al.* (2016), também foi verificado PH acima de 78 em todos os tratamentos, embora eles observaram que o PH do trigo foi decrescente a medida que foi usada a adubação em cobertura, a testemunha com zero de fertilizante se mostrou estatisticamente superior aos demais tratamentos com adubação.

A produtividade ou rendimento de grãos de trigo não foi alterado significativamente pelas diferentes fontes de N aplicadas, embora não diferindo significativamente, houve incremento na produção com o uso de sulfato de amônio em cobertura. Isto pode estar relacionado com a menor recuperação do N da ureia protegida, maior imobilização do N da ureia em relação ao sulfato de amônio e uma possível lixiviação da ureia que pode ter ocorrido, em função das elevadas precipitações.

Diante da produtividade média obtida ($3604,07 \text{ kg ha}^{-1}$) que ficou abaixo do potencial de rendimento de grãos (6500 kg ha^{-1}) para a região Oeste do Paraná informado pela Embrapa (2019), infere-se que o excesso de chuvas ao longo do ciclo da cultura prejudicou seu desenvolvimento com menor perfilhamento, e se sobressaíram as manchas foliares, brusone e giberela. Além do mais, o alto teor de matéria orgânica (4,2 %) da área e a adubação de base no momento da semeadura com 20 a 30 kg ha^{-1} de N, foram suficientes para garantir o suprimento adequado de N para o crescimento do trigo e tal produtividade. A dose de N aplicada foi calculada para um maior potencial produtivo, portanto a cultura não extraiu uma quantidade elevada, assim não fazendo muita diferença as perdas por volatilização e forma de disponibilização de N pelas diferentes fontes empregadas.

Wiethölter (2011) relata que quando o trigo é instalado sobre a palhada de milho e há abundância de restos culturais, é fundamental antecipar todo ou parte expressiva do N-adubo que seria aplicado em cobertura, pois, o prejuízo à lavoura pode ser irreversível em razão da forte imobilização do nutriente no processo de mineralização da palhada. Porém o autor alerta sobre os riscos de se usar ureia na adubação de base do trigo, pois esse adubo deve ser mantido a uma distância mínima de 2,5 cm em relação às sementes, já que pode gerar elevadas quantidades do gás tóxico NH_3 no volume de solo próximo às sementes, com forte potencial de dano.

Foloni *et al.* (2014), evidenciam que é necessário rever o programa de adubação nitrogenada para o trigo no Paraná, deve-se contemplar condições edafoclimáticas de cada região tritícola, classes de resposta ao N para características da cultivar, níveis de produtividade esperada, matéria orgânica e palhada da cultura antecessora.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi conduzido, a adubação em cobertura com diferentes fontes de N incrementou a qualidade dos grãos de trigo e na produtividade do trigo, havendo influencia na altura de plantas, mas uma diferença que a campo não é significativa.

Referências

- BARTH, G.; SUYAMA, J. T. Resposta da cultura do trigo à adubação nitrogenada cultivado após milho ou soja em diferentes densidades de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013. Florianópolis - SC. **Anais...** Florianópolis: CBCS, 2013.
- BAZZO, J. H. B.; SAPUCAY, M. J. L. C.; FRANZONI, I.; ZUCARELI, C. Adubação nitrogenada de cobertura via solo e foliar na produtividade e composição mineral de grãos de trigo. **Revista Terra & Cultura: cadernos de ensino e pesquisa**, Londrina, v. 36, n. 70, jan./jun. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa SARC Nº 7, de 15 de agosto de 2001. **Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo**. Brasília, Diário Oficial da União, 21 de agosto de 2001.
- 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.
- CAVALCANTE, J. A.; PRIMIERI, C.; RIBEIRO, E. T.; DELUCA, R.; SILVA, W. G. Produtividade do trigo através de diferentes formas de adubação na semeadura e em cobertura. **Revista Cultivando o Saber**, ed. Especial, p. 1 -14, 2016.

COÊLHO, J. D. Trigo: produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE** - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, v, 5, n. 151, jan. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento -. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2021/22**. v. 9, n. 6 – Sexto levantamento, p. 1-88, Brasília: Conab, mar. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa solos, 2018. 356 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivar de trigo BRS Atobá** - características e desempenho agrônômico. Comunicado Técnico 96, jul. 2019.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez., 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C. Fontes e doses de nitrogênio na adubação de semeadura do trigo no Paraná. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Ed. 8. Londrina: Embrapa Soja, dez. 2014.

GÓRNY, A. G.; BANASZAK, Z.; LUGOWSKA, B.; RATAJCZAK, D. Inheritance of the efficiency of nitrogen uptake and utilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under diverse nutrition levels. **Euphytica**, v. 177, p. 191-206, 2011.

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. M. C.; 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, v. 33, n. 4, p.1055-1060, jul./ago., 2009.

MORI, C.; ANTUNES, J. M.; FAE, G. S.; ACOSTA, A. da S. **Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: UFRGS Evnagraf, 1999. 228p.

NEPAR. Núcleo Estadual do Paraná. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. PAULETTI, V.; MOTTA, C. V. (Coord.) - 2. ed. - Curitiba: NEPAR-SBCS, 2019. 289p.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba, SP: Degaspari, 2000. 477p.

PIRES, J. L. F. **A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira**. Notícias Embrapa trigo, maio 2017.

SILVA, S. R.; FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; CASTRO, C. **Resposta do trigo à adubação nitrogenada foliar combinada com cobertura de N via solo.** Embrapa trigo, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126529/1/Resposta-Silva.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

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, v. 45, n. 8, p. 797-804, ago. 2010.

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.