

Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem

Effect of top-dressing nitrogen application on silage wheat production

MAURICIO ANTÔNIO DE OLIVEIRA COELHO

Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: mauricioac@unipam.edu.br

MATHEUS HENRIQUE PEREIRA VAZ

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: mateushpv@unipam.edu.br

Resumo: A produtividade de trigo no Brasil pode ser elevada com o suprimento adequado de nitrogênio em cobertura. Esse estudo objetivou avaliar a resposta de parâmetros agrônômicos do trigo para silagem, com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido entre abril e julho de 2021, no Campo Experimental Sertãozinho, em Patos de Minas - MG. Utilizou-se a cultivar de trigo da EPAMIG, MGS-BRILHANTE, no delineamento em blocos casualizados. Cada parcela apresentou cinco linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si por de 0,20 m. No plantio, foi realizada adubação com 300 Kg ha⁻¹ de 08-28-16 (N-P-K). A adubação de cobertura foi feita manualmente, aplicada na superfície do solo, ao lado das linhas de semeadura, no período da manhã, trinta dias após a germinação. Os tratamentos foram compostos por cinco doses de nitrogênio: T₁ – 0, T₂ – 50, T₃ – 100, T₄ – 150 e T₅ – 200 Kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (45% de N). Avaliaram-se a massa de matéria fresca e seca de plantas e a produtividade e rendimento de grãos. Após a obtenção dos resultados, os dados foram ajustados em modelos de regressão, adotando-se a significância do coeficiente de regressão, R² e o significado biológico do modelo. Ocorreu incremento de matéria fresca, incremento da matéria seca e incremento da produtividade de grãos com aplicação de N em cobertura até a dose máxima (200 Kg ha⁻¹). A concentração máxima de grãos na massa seca foi obtida com a aplicação de 118 Kg N ha⁻¹ em cobertura, enquanto a % de matéria seca reduziu com o aumento das doses de N em cobertura. Conclui-se, portanto, que a aplicação de nitrogênio em cobertura influenciou na produção de trigo para silagem. Nas condições em que o experimento foi realizado, ocorreu incremento de matéria fresca, incremento de matéria seca e incremento na produtividade de grãos com aumento das doses de N aplicadas em cobertura.

Palavras-chaves: *Triticum* sp.; adubação nitrogenada; rendimento; acamamento; produtividade.

Abstract: Wheat productivity in Brazil can be increased with the appropriate top-dressing nitrogen supply. This study aimed to evaluate the agronomic response of silage wheat to increasing top-dressing nitrogen doses. The experiment was conducted between April and July 2021 at the Sertãozinho Experimental Field in Patos de Minas - MG. The EPAMIG wheat cultivar, MGS-BRILHANTE, was used in a randomized block design. Each plot consisted of five rows, each five meters long, spaced 0.20 meters apart. At planting, fertilization was carried out with 300 kg ha⁻¹ of 08-28-16 (N-P-K). Top-dressing fertilization was manually applied on the soil surface, next to the sowing lines, in the morning, thirty days after germination. The treatments consisted

of five nitrogen doses: T₁ - 0, T₂ - 50, T₃ - 100, T₄ - 150 and T₅ - 200 Kg ha⁻¹ of N in the form of urea (45% N). Fresh and dry matter of plants, grain yield, and grain yield were evaluated. After obtaining the results, the data were fitted to regression models, considering the significance of the regression coefficient, R₂, and the biological significance of the model. There was an increase in fresh matter, an increase in dry matter, and an increase in grain yield with top-dressing N application up to the maximum dose (200 Kg ha⁻¹). The maximum grain concentration in dry matter was obtained with the application of 118 Kg N ha⁻¹ as top-dressing, while the % dry matter decreased with increasing top-dressing N doses. Therefore, it can be concluded that top-dressing nitrogen application influenced wheat production for silage. Under the conditions of the experiment, there was an increase in fresh matter, an increase in dry matter, and an increase in grain yield with increasing top-dressing N doses.

Keywords: *Triticum* sp.; nitrogen fertilization; yield; lodging; productivity.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum* sp.) é uma *commodity* de grande importância, e sua utilização na alimentação animal tem-se intensificado, principalmente na forma de silagem (DE MORI, 2015). Isso ocorre, em virtude de a silagem de trigo reduzir os custos de produção, ser bem aceita pelos animais e apresentar teores de proteína bruta e energia satisfatórios à conversão em leite (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2003; FONTANELI; FONTANELI, 2009).

Um dos fatores que interferem na produção e na qualidade da silagem é a baixa fertilidade dos solos brasileiros, que requerem elevadas doses de adubação. Sendo assim, melhorar a eficiência com o uso de adubos é uma das estratégias que podem aumentar o rendimento da cultura (BARBOSA *et al.*, 2016; BACKES, 2018; SALAPATA, 2018; VAZQUEZ; PEREIRA, 2018; WROBEL *et al.*, 2018; ARENHARDT, 2018; ECCO *et al.*, 2020).

Para a cultura do trigo, o nitrogênio (N) é o nutriente mais exportado. Além de desempenhar diversas funções essenciais às plantas, pode, no trigo, potencializar a emissão de perfilhos, a produção de biomassa, o número de folhas, o teor de proteína bruta e a qualidade dos grãos produzidos. Apesar disso, é importante verificar a quantidade, a fonte e a época de aplicação dos fertilizantes (ZAGONEL *et al.*, 2002; PRANDO *et al.*, 2013; ORSO *et al.*, 2014; BACKES, 2018).

As exigências por N pela cultura são variáveis. De acordo com Nunes *et al.* (2011) e Melero *et al.* (2013), dependem principalmente da cultura antecessora, da cultivar utilizada, do tipo de solo, da época de aplicação e das condições meteorológicas. Esses são fatores importantes, pois tanto a deficiência quanto o excesso podem ser prejudiciais. Em casos de deficiência de nitrogênio, ocorre a redução do limbo foliar, amarelecimento das folhas e redução no perfilhamento (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2002). Já em casos de excesso, pode ocorrer o acamamento da cultura (ZAGONEL *et al.*, 2002; TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2007). Nesse sentido, para reduzir os gastos com a adubação nitrogenada, bem como para aumentar a eficiência no uso do nutriente pela cultura, é importante a realização de estudos acerca do manejo mais adequado, como a dose a ser utilizada.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido entre abril e julho de 2021, no Campo Experimental Sertãozinho, que pertence à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, situado em Patos de Minas, MG. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928), o local apresenta clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1400 mm, sendo a temperatura média anual igual a 21,1°C e a máxima anual 27,8°C (SOUZA *et al.*, 2005).

Neste experimento, utilizou-se a cultivar MGS-BRILHANTE. Essa cultivar apresenta porte alto e é resistente ao acamamento, suporta altas temperaturas e certo déficit hídrico na entressafra.

O plantio foi realizado em sucessão à cultura do milho, em abril de 2021, em delineamento de blocos casualizados (DBC). Cada parcela experimental consistiu em cinco linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si por de 0,20 m, totalizando 5 m² de área total por parcela. Como área útil das parcelas, adotaram-se as três linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade.

No plantio, também foi realizada adubação com 300 Kg ha⁻¹ de 08-28-16 (N-P-K). Além disso, durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados, quando necessário, controle fitossanitário, capina e demais tratamentos culturais, conforme as recomendações técnicas para a cultura do trigo.

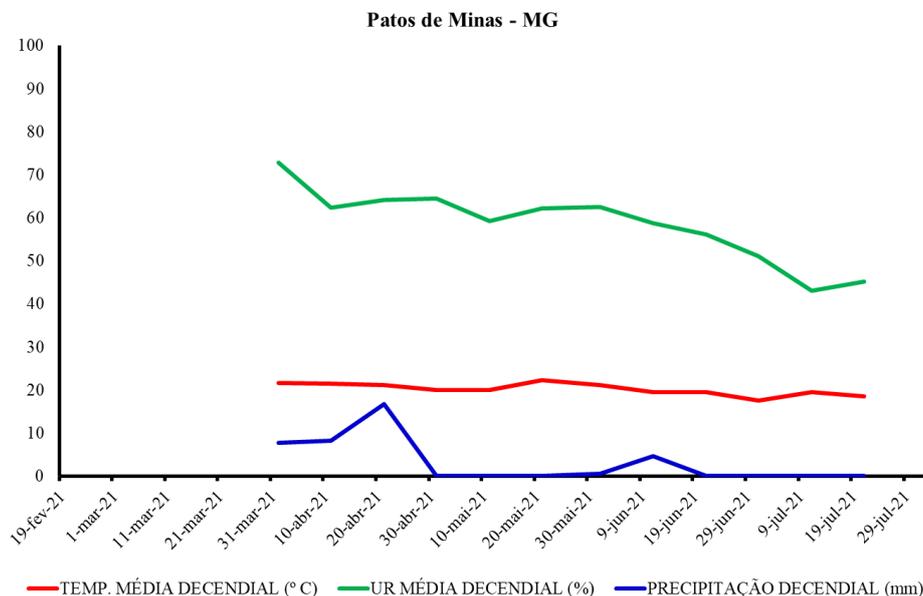
Foram utilizados cinco tratamentos, com cinco repetições, sendo doses de nitrogênio em cobertura, aplicadas trinta dias após a germinação, conforme Tabela 1. A adubação de cobertura foi feita manualmente, aplicada na superfície do solo, ao lado das linhas de semeadura no período da manhã, trinta dias após a germinação. Foi utilizada ureia como fonte de nitrogênio, com 45% de nitrogênio.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio “Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem”, UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2021

Tratamentos	Dose (Kg N ha ⁻¹)
T ₁	0
T ₂	50,0
T ₃	100,0
T ₄	150,0
T ₅	200,0

O experimento foi conduzido em sistema de sequeiro. Os dados meteorológicos da área, durante o período experimental, podem ser observados na Figura 1.

Figura 1: Dados meteorológicos da área do ensaio: “Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produção de trigo para silagem”, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Fonte: INMET (2021).

As avaliações foram realizadas no estádio de grão massa dura. Nesse estudo, avaliaram-se produção de matéria fresca, produção de matéria seca, porcentagem de matéria seca, produtividade de grãos e porcentagem de grãos na matéria seca.

Para a determinação da matéria fresca, foi colhida a área útil da parcela; em seguida, fez-se a pesagem em balança de precisão 0,1 g. Posteriormente, as plantas foram colocadas em sacos de papel previamente identificados, separadamente e levados à estufa de ventilação forçada em temperatura de 65°C, até estabilização do peso. Após a estabilização, realizou-se a pesagem para determinação da matéria seca. Os dados obtidos foram transformados para Kg de matéria fresca ha⁻¹ e Kg de matéria seca ha⁻¹, respectivamente. Após a determinação da matéria seca, determinou-se a porcentagem de matéria seca em relação à matéria fresca obtida. Posteriormente à determinação da porcentagem de matéria seca, determinou-se a produtividade de grãos nas parcelas. Os dados obtidos foram transformados em Kg ha⁻¹ de grãos. Posteriormente, obtiveram-se os dados de porcentagem de grãos na matéria seca.

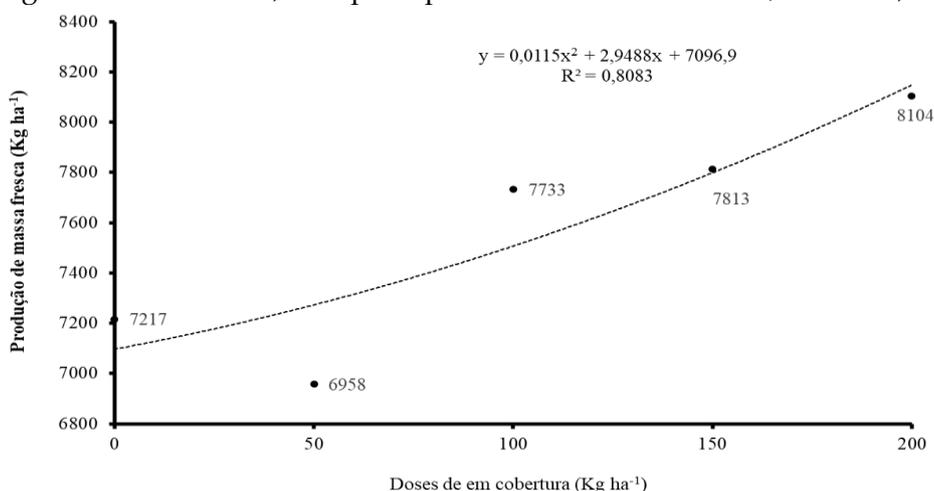
Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos à análise de variância, e os modelos de regressão ajustados, adotando-se como critério de escolha a significância do coeficiente de regressão, R² e o significado biológico do modelo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a matéria fresca, houve ajuste de modelo de regressão na forma quadrática. Observou-se aumento crescente de matéria fresca com incremento das doses de N em cobertura. Estimou-se que, para cada quilo de nitrogênio aplicado em cobertura, o incremento de matéria fresca foi equivalente a 2,96 Kg ha⁻¹. Entre as doses utilizadas,

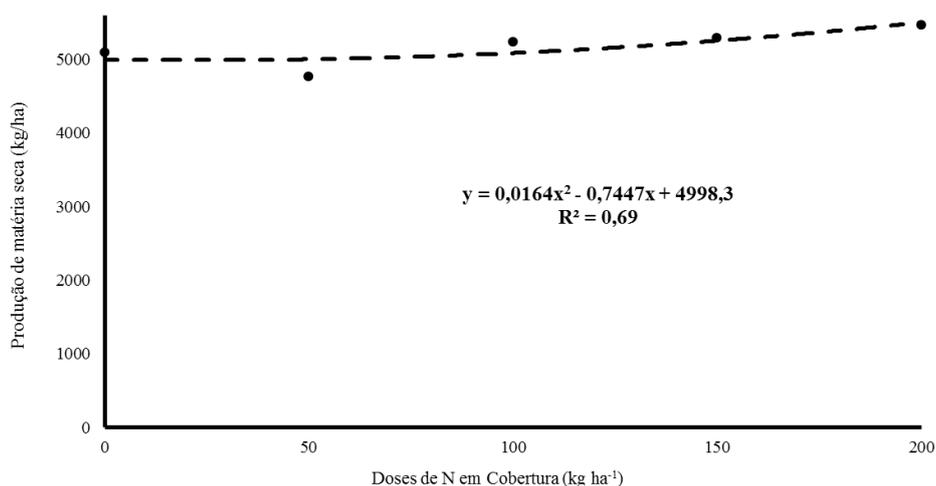
observou-se que a maior dose (200 Kg de N ha⁻¹) apresentou acréscimo de 12,29% de matéria fresca (887 Kg ha⁻¹) em comparação à dose zero de N em cobertura (Figura 2).

Figura 2: Matéria fresca de plantas de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Observou-se que houve aumento de 1,52 Kg ha⁻¹ de matéria seca para cada quilo de N aplicado, após a dose de 22,7 kg de N em cobertura. A produção máxima de matéria seca foi obtida com aplicação de 200 Kg N ha⁻¹, significando um incremento de 7,28% (371 Kg ha⁻¹) em comparação à ausência de N em cobertura (Figura 3).

Figura 3: Matéria seca de plantas de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021

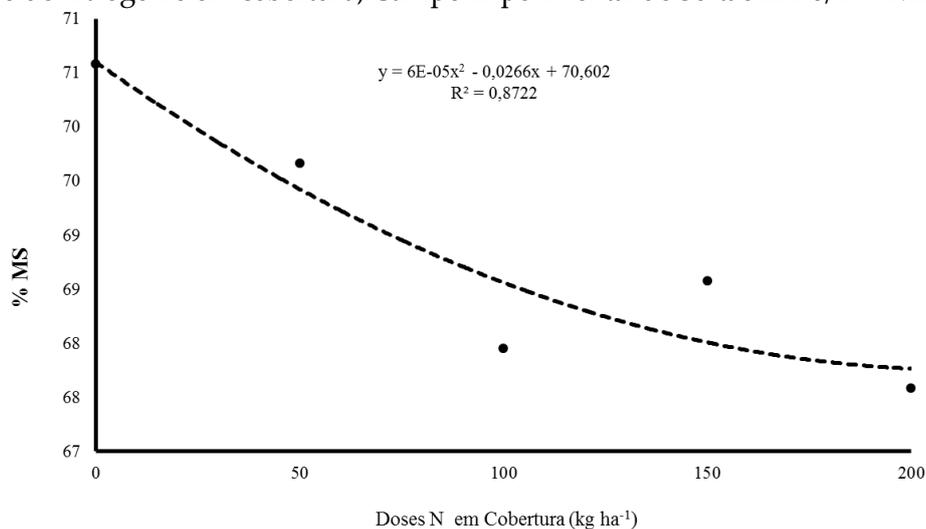


Para Benincasa (2004), cerca de 90% da massa seca acumulada pela planta ao longo de seu ciclo é derivado da atividade fotossintética, o restante é oriundo do solo. Possivelmente, neste experimento, a maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas potencializou a taxa fotossintética destas, incrementando o acúmulo de matéria seca. O nitrogênio faz parte da composição da clorofila e mantém as folhas verdes por mais

tempo, aumentando o período de acúmulo de fotoassimilados (ORSO *et al.*, 2014). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Pietro-Souza *et al.* (2013), em que a adubação nitrogenada potencializou o acúmulo de massa fresca e seca em plantas de trigo. Porém, os autores verificaram decréscimo na massa seca a partir da dose de 165 kg dm⁻³. Por outro lado, Groff *et al.* (2020), em experimento em casa de vegetação, só obtiveram aumento na massa fresca e seca do trigo, quando as doses de nitrogênio foram associadas à aplicação de Piraclorobina.

Conforme pode ser observado na Figura 4, houve redução da porcentagem de matéria seca na matéria fresca das plantas com o incremento das doses de N em cobertura. Ocorreu decréscimo de 4,22% entre a dose de 200 Kg ha⁻¹ N em cobertura e a dose zero.

Figura 4: Porcentagem de matéria seca na matéria fresca de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021

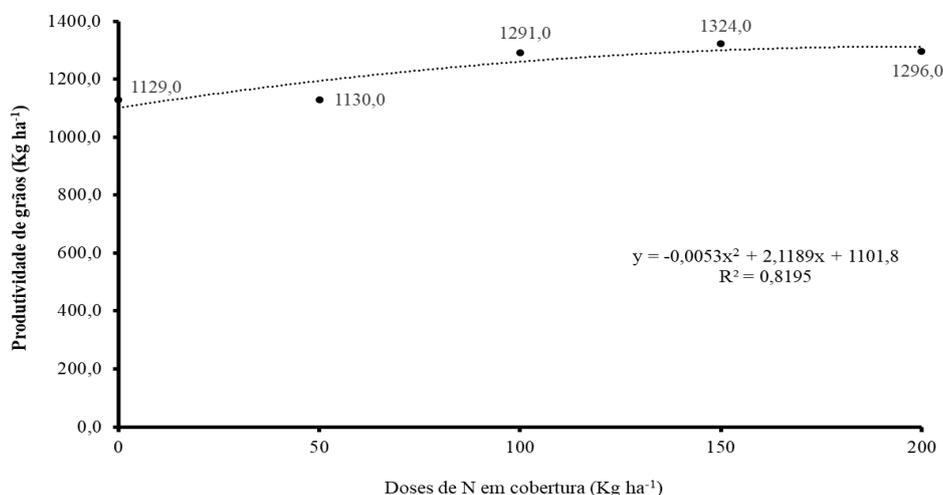


Essa redução no teor de matéria seca pode estar relacionada ao maior desenvolvimento radicular proporcionado pelas doses mais elevadas de N em cobertura. De acordo com Fagan *et al.* (2016), o nitrogênio faz parte da composição do triptofano, aminoácido precursor de auxina. A auxina, por sua vez, é um hormônio que, em pequenas concentrações, potencializa o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes. Além disso, o alongamento celular (também devido ao nitrogênio) faz com que os solutos fiquem menos concentrados nas células. Assim, nas doses mais elevadas de N em cobertura, as raízes mais profundas podem ter proporcionado maior suprimento de água para as plantas e, conseqüentemente, maior teor de água nestas, reduzindo a % de matéria fresca.

Houve ajuste de modelo quadrático para a resposta da produtividade em função da aplicação de N em cobertura (Figura 5). A produtividade máxima de grãos de trigo estimada foi de 1.314 Kg ha⁻¹ na dose de 200 Kg N ha⁻¹ em cobertura. O clima seco e a ausência de chuvas após o perfilhamento podem ter elevado as perdas de N por volatilização e, conseqüentemente, influenciado no aproveitamento de N pelas plantas.

Dessa forma, com a elevação das doses, pode ter ocorrido maior disponibilidade de N para as plantas, influenciando no aumento da produtividade de grãos.

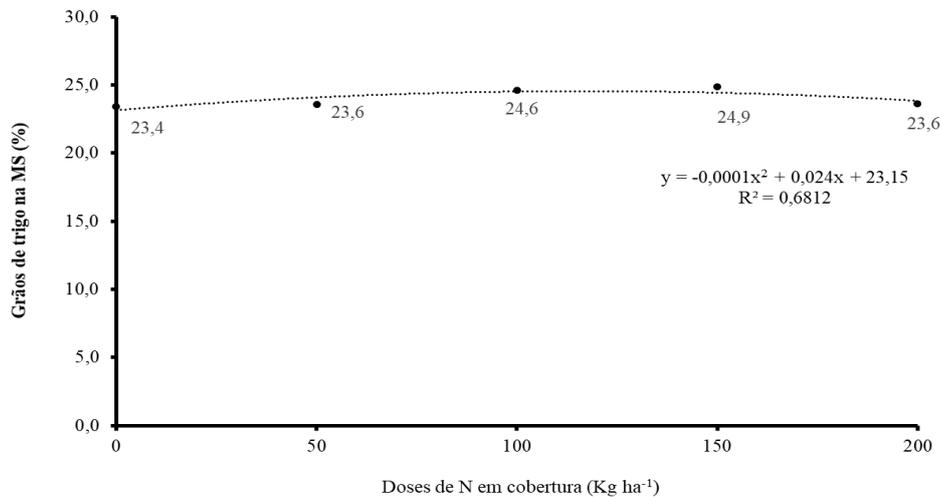
Figura 5: Produtividade de grãos de trigo para silagem em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Para Prando *et al.* (2013), um dos benefícios proporcionados pelo nitrogênio no trigo é o número de espiguetas e de grãos por espiga e o tamanho dos grãos. Além disso, esse resultado pode ser explicado pelo aumento na produção de fotoassimilados e pela redução na senescência, ambos influenciados pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio (BACKES, 2018). Tal resultado é contrário ao obtido por Espindula *et al.* (2010), em que não houve resposta à produtividade de trigo com diferentes fontes e doses de N. Apesar disso, resultados positivos também foram observados por Teixeira Filho *et al.* (2010), em que o incremento na dose de nitrogênio até 120 kg ha⁻¹ aumentou a produtividade de grãos, independentemente da época de aplicação e da fonte de nitrogênio.

A concentração máxima de grãos na massa seca foi obtida com a aplicação de 118 Kg N ha⁻¹ em cobertura (Figura 6). Nesse caso, o nitrogênio pode ter influenciado não só a produção, mas também a translocação de fotoassimilados para os grãos. Além disso, ele faz parte da composição de enzimas, proteínas e biomoléculas como ATP, NADH, NADPH, potencializando a atividade fisiológica da planta (PIETRO-SOUZA *et al.*, 2013; ORSO *et al.*, 2014). Neste experimento, essa resposta observada da porcentagem de grãos produzida em relação à aplicação de N em cobertura pode estar relacionada à Lei do máximo, descrita por Voisin (1973), em que o excesso de um nutriente no solo pode reduzir a eficácia dos demais e, conseqüentemente, diminuir o rendimento das lavouras, tendo em vista a importância de cada um para o metabolismo das plantas.

Figura 6: Porcentagem de grãos de trigo na massa seca em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, Campo Experimental de Sertãozinho/EPAMIG, 2021



Outro fator que pode ter influenciado na resposta da produção de grãos com a aplicação de N em cobertura pode estar relacionado com a escassez de chuvas durante o ciclo da cultura. Após a aplicação do N em cobertura no experimento, ocorreu apenas 5,2 mm de chuvas. A água é fundamental para a completa solubilização do fertilizante e posteriormente para a absorção das plantas.

5 CONCLUSÃO

O uso de nitrogênio em cobertura influenciou na produção de trigo para silagem. Nas condições em que o experimento foi realizado, ocorreu incremento de matéria fresca, matéria seca e produtividade de grãos com aumento das doses de N aplicadas em cobertura.

REFERÊNCIAS

ARENHARDT, L. G. **Eficiência de aproveitamento de adubação nitrogenada por cultivares de trigo em sistema nabo/trigo**. 2020. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2020.

ARF, O. *et al.* Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 871-879, 2001.

BACKES, A. J. **Épocas de semeadura e doses de nitrogênio em trigo de duplo propósito BRS Tarumã**. 2018. 29 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

BARBOSA, A. P. *et al.* Doses de Nitrogênio em cobertura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 28, n. 2, p. 211-220, 2016.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos: safra 2020/21**, n. 7. Brasília: CONAB, 2021.

DE MORI, C. Aspectos econômicos da produção e utilização. *In*: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (ed.). **Trigo: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UVF, 2015. p. 11-34.

ECCO, M. *et al.* Adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 09-16, 2020.

ESPINDULA, M. C. *et al.* 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, 2010.

FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Andrei Editora, 2016.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Qualidade de forragem. *In*: FONTANELI, R. S. *et al.* **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap. 1, p. 25-31.

GROFF, V. L. F. *et al.* Influência do teor de nitrogênio no efeito verde causado por piraclostrobina em plantas de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 13, p. e5964, 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MELERO, M. M. *et al.* Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, 2013.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Dinâmica do afilhamento afetada pela disponibilidade de nitrogênio e sua influência na produção de espigas e grãos em trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 141-149, 2002.

NUNES, A. S. *et al.* Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011.

ORSO, G. *et al.* Comportamento da cultura do trigo sob efeito de fontes e doses de nitrogênio. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 5, p. 44-52, 2014.

- PASINATO, A. **Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma Cerrado do Brasil Central**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- PIETRO-SOUZA, W. *et al.* Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 575-580, 2013.
- PRANDO, A. M. *et al.* Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.
- SALAPATA, M. C. **Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) a diferentes manejos de nitrogênio**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.
- SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* **Valor nutritivo de forragens**: concentração, pastagens e silagens. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - Centro de Pesquisa em Alimentação, 2003. 31 p.
- SOUZA, D. V. *et al.* Análise pluviométrica da carta topográfica de Patos de Minas referente ao período de 1978 a 2003. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57., 2005, Fortaleza. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo: SBPC/UECE, 2005.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 421-425, 2007.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1375-1382, 2011.
- USDA. United States Department of Agriculture. **Production, supply and distribution (PSD) on line**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.
- VAZQUEZ, G. H.; PEREIRA, H. A. Nitrogênio em cobertura na cultura do trigo em área anteriormente cultivada com milho. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: CONTECC, 2018.
- VOISIN, A. **Adubos**: novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130 p.

WROBEL, F. de L. *et al.* Qualidade da silagem de trigo produzida sob níveis de adubação nitrogenada em dois estádios fenológicos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 4, p. 539-546, 2018.

ZAGONEL, J. *et al.* Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 25-29, 2002.