

Fontes e doses de adubação nitrogenada na cultura do milho segunda safra

Larissa Aparecida Meneghini¹; Carla Limberger Lopes²; Edna Aparecida de Andrade³; Luiz Antônio Zanao Júnior⁴

¹Acadêmica de Agronomia. Centro Universitário Assis Gurgacz - PR.

²Tecnóloga Ambiental. Doutora em Engenharia Agrícola. Técnica do Laboratório de Solos no Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR/EMATER.

³Gestora Ambiental. Mestranda do Programa de Pós-graduação de Engenharia de Energia na Agricultura, UNIOESTE.

⁴Engenheiro Agrônomo. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR/EMATER. lzanao@idr.pr.gov.br

Resumo: O nitrogênio possui fundamental importância na nutrição de plantas. Esta presente na composição das proteínas e da clorofila, interferindo diretamente na fotossíntese das plantas, devido ao fator nutricional que exerce sobre ela, sendo absorvido em grandes quantidades. O experimento foi realizado no município de Nova Santa Rosa, no estado do Paraná, no período de janeiro a julho de 2019. O delineamento utilizado do experimento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia) em duas doses de N: 50 e 100 kg ha⁻¹ e um tratamento testemunha, sem adubação nitrogenada de cobertura. A aplicação dos tratamentos (adubação nitrogenada em cobertura) foi realizada na fase vegetativa V5, sendo realizada manualmente. Foram avaliados o diâmetro do colmo (cm), massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de significância, utilizando-se o programa Assistat. O diâmetro do colmo, a produtividade e a massa de mil grãos foram maiores com a adubação nitrogenada de cobertura. Não houve diferença entre fontes e doses de N utilizadas na produtividade e massa de mil grãos.

Palavra-chave: ureia, sulfato de amônio, *Zea mays*.

Sources and doses of nitrogen fertilization in maize crop second crop

Abstract: Nitrogen has fundamental importance in plant nutrition. It is present in the composition of proteins and chlorophyll, directly interfering in the photosynthesis of plants, due to the nutritional factor that exerts on it, being absorbed in large quantities. The experiment was carried out in Nova Santa Rosa, Paraná State, from January to July 2019. The experimental design was a randomized block design with five treatments and four replications. Two nitrogen sources (ammonium sulfate and urea) were evaluated at two doses of N: 50 and 100 kg ha⁻¹ and a control treatment without nitrogen topdressing. The application of treatments (nitrogen fertilization in cover) was performed in the vegetative phase V5, being performed manually. The stem diameter, one thousand grain mass and grain yield were evaluated. The results were submitted to the analysis of variance (ANOVA) and the means compared by the Tukey test, at 5% significance level, using the Assistat program. The results obtained in this research showed that there was significant difference for the variables stem diameter and one thousand grain mass and yield. The stem diameter, yield and mass of one thousand grains were higher with nitrogen fertilization. There was no difference between sources and doses of N used in yield and mass of one thousand grains.

Key words: urea, ammonium sulfate, *Zea mays*.

Introdução

O milho (*Zea mays*) pertence à família Poaceae e é uma importante matéria-prima com centenas de aplicações industriais. É um componente primordial na fabricação de ração animal que é base da produção de leite, ovos, carne de suínos e aves, e, mais recentemente, na produção de etanol (MIRANDA *et al.*, 2019).

Atualmente é cultivado em quase todo o território nacional e vem apresentando aumento de produtividade devido, principalmente, à mecanização, à tecnologias de sementes e aos sistemas de manejo (GALVÃO *et al.*, 2014; MIRANDA *et al.*, 2019). O Paraná é o segundo maior representante do plantio de milho segunda safra no Brasil, e neste ano a área de plantio atingiu 2.187,3 milhões de hectares (CONAB, 2020).

A adubação nitrogenada em cobertura é uma prática essencial na cultura do milho (BATISTA *et al.*, 2019; MORTATE *et al.*, 2018). As duas fontes que mais são utilizadas são a ureia (45 % de N) e o sulfato de amônio (20 % de N). No entanto, a melhor fonte varia conforme vários fatores, entre eles as condições edafoclimáticas locais (BESSEN *et al.*, 2018).

O nitrogênio possui fundamental importância na nutrição de plantas, pois está presente na composição das proteínas e da clorofila, interferindo diretamente na fotossíntese das plantas (ANDRADE *et al.*, 2003).

No milho, o nitrogênio é o nutriente mais aplicado devido ao fato de ser o mais limitante no crescimento e no desenvolvimento da cultura (AMADO, MIELNICZUK, e AITA, 2002).

De acordo com Basso e Ceretta (2000), o suprimento inadequado de nitrogênio é um dos maiores limitantes da produtividade na cultura do milho. Esse nutriente desempenha papel importante no metabolismo vegetal participando na biossíntese de proteínas e clorofilas, sendo essencial no estágio inicial do desenvolvimento da planta, pois é neste período que ocorre maior absorção.

Desta maneira, é necessário que exista um manejo adequado da adubação nitrogenada para complementar a quantidade de N fornecida pelo solo e assim possibilitar uma redução dos custos por meio da compra do adubo nitrogenado (SOUZA *et al.*, 2011).

As principais fontes de nitrogênio para a cultura do milho, atualmente, são ureia e sulfato de amônio, porém ambas estão sujeitas a perdas por lixiviação no solo, volatilização da amônia e escoamento superficial (ALVA *et al.*, 2006).

Segundo Campos (2004), o uso de fontes amoniacais de nitrogênio provoca acidez no solo, porém é reduzida no decorrer do tempo devido a umidade e a matéria orgânica presentes no solo.

A ureia possui uma alta concentração de nitrogênio, alta solubilidade e menor custo de aplicação, porém apresenta maior potencial de perdas por volatilização (CALONEGO, PALMA e FOLONI, 2012).

Quanto ao uso de sulfato de amônio, Costa, Rocha e Pereira (2011) observaram que os fatores produtividade e massa fresca de grãos apresentaram aumentos significativos conforme aplicação crescente desse insumo. Lange, Cabezas e Trivelin (2010) verificaram que o efeito da aplicação de sulfato de amônio na cultura do milho foi superior quando comparado à aplicação de ureia, aplicados na mesma dose de N.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo comparar a aplicação de sulfato de amônio e ureia em diferentes doses no milho segunda safra.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Nova Santa Rosa, no estado do Paraná, sob as coordenadas 24° 27' 06.07" O e 53° 55' 16.41" S. O período de condução experimental foi de janeiro a julho de 2019.

O delineamento utilizado do experimento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições em blocos casualizados. Foram avaliadas duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia) em duas doses de N: 50 e 100 kg ha⁻¹ e um tratamento testemunha, sem adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 1).

Tabela 1- Tratamentos avaliados no experimento.

Tratamentos	Fonte	Dose de N (kg ha ⁻¹)
T1	Testemunha	0
T2	Ureia	50
T3	Ureia	100
T4	Sulfato de Amônio	50
T5	Sulfato de Amônio	100

A unidade experimental foi formada por seis linhas de 5,4 m de comprimento e 4 m de largura, e espaçamento de 0,9 m entre linhas.

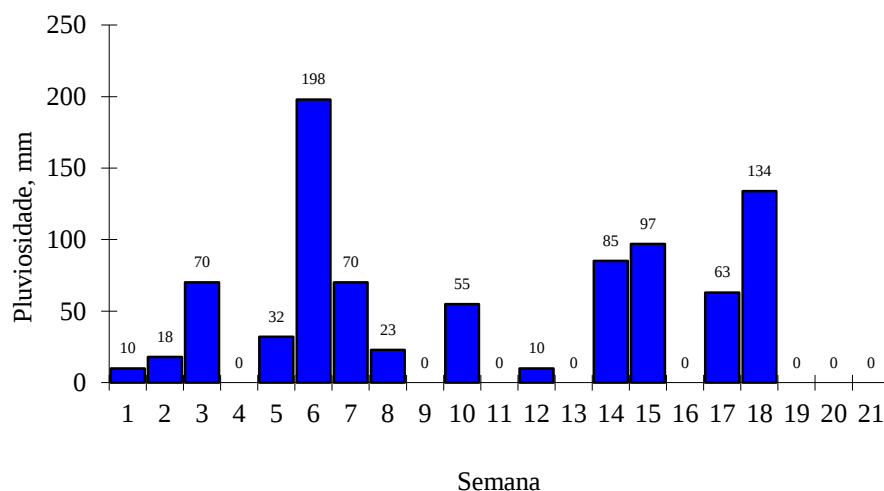
Antes da semeadura foi realizada a amostragem do solo na camada de 0 a 20 cm e a análise química apresentou os seguintes valores: matéria orgânica = 26,02 g dm⁻³; pH (CaCl₂) =

5,0; P = 12 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al e CTC = 0,25 cmol_c dm⁻³, 6,38 cmol_c dm⁻³, 1,86 cmol_c dm⁻³, 5,35 cmol_c dm⁻³ e 13,84 cmol_c dm⁻³, respectivamente e V = 61 %. O experimento foi instalado em área cultivada em sistema plantio direto, a qual havia sido ocupada com soja no período anterior à instalação.

A semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2019 utilizando 289 kg ha⁻¹ de adubo com formulação NPK 12-17-12.

A adubação de cobertura nitrogenada (tratamentos) foi feita com ureia (45 % N) e sulfato de amônio (20 % N) com adubação entre linhas. A aplicação foi realizada na fase vegetativa V5, sendo realizada manualmente. Na figura 1 pode-se observar a precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento. Houve boa regularidade de chuvas e disponibilidade hídrica durante o período. No dia da aplicação dos tratamentos em cobertura houve precipitação de 32 mm.

Figura 1 - Precipitação pluvial durante a condução do experimento, milho segunda safra, safra 2019, em Nova Santa Rosa - PR. Semeadura (semana 1) e aplicação dos tratamentos em cobertura (semana 5). 1 = janeiro; 2 a 4 = fevereiro; 5 a 9 = março; 9 a 13 = abril; 14 a 17 = maio; 18 a 21 = junho).



As variáveis avaliadas foram diâmetro do colmo (cm), massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹).

O diâmetro do colmo foi avaliado no período de enchimento de grãos. Na área útil da parcela foram medidos em dez plantas, para obtenção do valor médio. Foi mensurado entre as duas folhas abaixo da espiga, com paquímetro digital.

A produtividade foi avaliada colhendo-se as espigas de duas linhas centrais de cada parcela, espaçadas 0,9 m e com 4 m de comprimento, totalizando 7,2 m² de área útil. Após a

colheita, as espigas foram debulhadas em uma trilhadeira e a massa dos grãos foi determinada, sendo a produtividade estimada em kg ha^{-1} .

A massa de mil sementes foi avaliada de acordo com as normas da RAS (BRASIL, 2009), contabilizando e pesando separadamente oito repetições de 100 sementes de cada amostra para realizar o cálculo, multiplicando-se o resultado por 10. Tanto a produtividade como a massa de 1000 grãos tiveram seus valores transformados para 13 % de umidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Observou-se, através da análise da variância para as variáveis avaliadas em função das fontes e doses de nitrogênio, que houve efeito significativo no diâmetro do colmo das plantas, massa de mil grãos e sobre a produtividade dos grãos (Tabela 2).

Tabela 2 – Diâmetro do colmo (DC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos do milho segunda safra em razão das fontes e doses de adubação nitrogenada. Nova Santa Rosa – PR, 2019.

Tratamentos	DC (cm)	MMG (g)	Produtividade (kg ha^{-1})
Testemunha	18,3 c	94,5 b	6030,0 b
Ureia (50 kg ha^{-1} de N)	21,0 b	105,3 a	6800,0 a
Ureia (100 kg ha^{-1} de N)	21,3 b	109,0 a	7025,0 a
Sulfato de Amônio (50 kg ha^{-1} de N)	21,7 b	105,5 a	6650,0 a
Sulfato de Amônio (100 kg ha^{-1} de N)	26,7 a	108,0 a	6925,0 a
CV %	1,27	1,59	6,88

Médias seguidas de letras distintas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

No caso do diâmetro do colmo houve diferença significativa entre os tratamentos testados e observou-se que o menor valor foi apresentado pelo tratamento testemunha (18,3 cm) e o maior com a aplicação do sulfato de amônio na dose de 100 kg ha^{-1} de N, com média de 26,7 cm. Observou-se que à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio houve aumento nos valores de diâmetro de colmo. Resultados semelhantes foram encontrados por Kappes et al. (2014), que em trabalho com o objetivo de avaliar a influência de fontes, épocas e doses de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio) em cobertura no milho cultivado em sistema plantio direto, observaram que a medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, os valores de diâmetro de colmo e altura de plantas apresentaram aumento linear.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000) o crescimento do colmo das plantas de milho acontece a partir da emissão da oitava folha e se estende até a fase de florescimento. Salientam ainda que o colmo não atua somente como suporte de folhas e inflorescências, mas também como estrutura para o armazenamento de sólidos solúveis que serão importantes na fase de formação e enchimento de grãos.

De acordo com Kappes *et al.* (2011), o aumento do diâmetro de colmo por meio da aplicação de nitrogênio é vantajoso por ser uma característica morfológica que tem sido relacionada com o percentual de acamamento ou ainda com o quebramento de planta de milho. O diâmetro do colmo possui fundamental importância na obtenção de altas produtividades, uma vez que quanto maior for o diâmetro do colmo maior é a capacidade da planta em armazenar os fotoassimilados que deverão contribuir principalmente na fase de enchimento dos grãos.

A massa de mil grãos foi influenciada significativamente com a aplicação de doses e fontes de nitrogênio em comparação ao tratamento testemunha. No entanto, diferentes doses e fontes de nitrogênio não apresentaram diferença significativa entre si. Observou-se que a menor média de massa de mil sementes foi apresentada pelo tratamento testemunha, de 94,5 g, e a média dos outros tratamentos foi de 106,8 g.

Goes *et al.* (2013) também avaliaram efeito de fontes e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura e observaram efeito significativo das doses de N para esta variável. Por outro lado, os resultados divergem dos resultados encontrados por Dias (2016), que observou que a massa de mil grãos não foi influenciada pela aplicação de nitrogênio em cobertura.

A produtividade de grãos foi significativamente influenciada pelas fontes e doses de nitrogênio. A menor média de produtividade foi apresentada pelo tratamento testemunha (6030,00 kg ha⁻¹) e não houve diferença estatística entre as fontes e doses de N avaliadas. As médias de produtividade variaram de 6650 kg ha⁻¹ (sulfato de amônio - 50 kg ha⁻¹ de N) a 7025 kg ha⁻¹ (ureia - 100 kg ha⁻¹ de N).

Kappes *et al.* (2014) verificaram que a produtividade do milho foi influenciada pelas doses de nitrogênio. De acordo com Okumura, Mariano e Zaccheo (2011), as variações nos resultados dos experimentos de adubação nitrogenada no milho ocorrem pela diversidade de condições edafoclimáticas (fatores bióticos e abióticos), bem como podem ocorrer em razão das distintas condições em que cada estudo é desenvolvido. Salientam, ainda, que outro fator importante que pode afetar a eficiência da adubação nitrogenada nos ensaios seriam as diferenças genéticas dos materiais que são utilizados.

Conclusão

O diâmetro do colmo, a produtividade e a massa de mil grãos foram maiores com a adubação nitrogenada de cobertura.

Não houve diferença entre fontes e doses de N utilizadas na produtividade e massa de mil grãos.

Referências

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement, Binghamton**, v. 15, p. 369-420, 2006.
- AMADO, T. J. C., MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciencia e Agrotecnologia**, Edição Especial, p.1643-1651, 2003.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.
- BATISTA, V.; OLIGINI, K.; GIARETTA, R.; RABELO, P.; ADAMI, P.; LINK, L. Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná **Agrarian**. v.12, n.45, p. 296-307, 2019.
- BESIN, M.R.; RIBEIRO, R.H.; MELLO, G.R.; BRATTI, F.; PIVA, J.T. Fontes minerais de nitrogênio na sucessão milho-trigo em sistema de plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, 7: 87-102, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CALONEGO, J. C.; PALMA, H. N.; FOLONI, J. S. S. Adubação nitrogenada foliar com sulfato de amônio e uréia na cultura do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 1, n. 1, p.34-44, 2012.
- CAMPOS, A.X. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens***. Piracicaba: USP/ESALQ, 2004. 119p. Tese (Doutorado).
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. v. 7 - safra 2019/20 - n. 7 – Sétimo levantamento. Abril de 2020.

COSTA, L. A. de M.; ROCHA, K. G.; PEREIRA, D. C. Sulfato de Amônio em cobertura na cultura do milho sob sistema de plantio direto. **Revista Varia Scientia Agrárias**, [s.l], v. 2, n. 2, p. 49-58, jul. 2011.

DIAS, M. A. R. **Desempenho agrônômico do milho com diferentes fontes e doses de nitrogênio**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia - MG. - 2016.88f.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 360p.

GALVAO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E. and FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres** [online]. vol.61, suppl., 2014.

GOES, R. J; RODRIGUES, R. A. F; TAKASU, A. T; ARF, O. Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 250-259, 2013.

KAPPES, C; ARF, O; DALBEM, E. A; PORTUGAL, J. R; GONZAGA, A. R; Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, v. 70, p. 334-343, 2011.

LANGE, A.; CABEZAS, W. A. R. L.; TRIVELIN, P. C. O. Sulfato de amônio e uréia em cobertura no milho em semeadura direta no Cerrado. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, p.817-824, dez. 2010.

MIRANDA, R. A. de; DURAES, F. O. M.; GARCIA, J. C.; PARENTONI, S. N.; SANTANA, D. P.; PURCINO, A. A. C.; ALVES, E. R. de A. Supersafra de milho e o papel da tecnologia no aumento da produção. **Revista de Política Agrícola**, v. 1, n. 2, p. 149-150, 2019.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. S.; LIMA, M. W. P. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.

OKUMURA, R. S; MARIANO, D. C; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.226–244, 2011.

SILVA, F.A.S; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and Its Use in the Analysis of Experimental Data. **African Journal of Agricultural Research**, 11, 3733-3740p, 2016.

SOUZA, J. A; BUZETTI, S; TEIXEIRA FILHO, M. C. M; ANDREOTTI, M; SÁ, M. E; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.447-454, 2011.