

Aplicação de doses de sulfato de amônio em duas épocas na cultura do trigo

Fredy Jara Petterson¹; Miguel Bogado Cáceres¹; Milciades Melgarejo Arrúa^{1*}; Ever Maidana Chavez¹; Oscar Silvero Argüello¹; Diosnel Amarilla Mercado¹; Rafael Franco Silguero¹

¹ Universidad Nacional de Canindeyú. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay.

*milciadesmelgarejo1@gmail.com

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses e momentos de aplicação do sulfato de amônio nas características agrônômicas do trigo sob plantio direto. O trigo foi cultivado na cidade de Curuguaty, departamento de Canindeyú, Paraguay. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcelas subdividida. As parcelas consistiram em dois momentos de aplicação - semeadura e perfilhamento e as subparcelas as doses de 0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Foram avaliados altura de plantas, peso hectolitrico (PH), massa de 1000 grãos e produtividade de grãos do trigo. As épocas de aplicação e as diferentes doses de sulfato de amônio não afetaram a massa de mil grãos e o PH do trigo. A altura de plantas e a produtividade responderam de forma quadrática as diferentes doses de sulfato de amônio. A altura máxima estimada foi de 81,46 com aplicação de 143 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. A maior produtividade estimada foi de 3315 kg ha⁻¹ com a aplicação de 134,6 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Palavras-chave: fertilizante; *Triticum aestivum*; momento de aplicação.

Doses of ammonium sulfate application in two seasons in wheat crop

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effects of doses and times of application of ammonium sulfate on the agronomic characteristics of wheat under no-tillage. Wheat was grown in the city of Curuguaty, Canindeyú department, Paraguay. A randomized complete block design with three replications in a split plot scheme was used. The plots consisted of two application times - sowing and tillering - and the subplots the doses 0, 50, 100, 150, 200 and 250 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate. Plant height, hectoliter weight (PH), 1000 grain mass and wheat grain yield were evaluated. The application times and the different doses of ammonium sulfate did not affect the one thousand grain mass and PH of wheat. Plant height and yield responded quadratically to different doses of ammonium sulfate. The estimated maximum height was 81.46 with the application of 143 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate. The highest estimated yield was 3315 kg ha⁻¹ with the application of 134.6 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate.

Key words: fertilizer; *Triticum aestivum*; time of application

Introdução

O trigo é uma fonte notável de proteínas e carboidratos na dieta humana, é o segundo cereal mais amplamente cultivado no mundo, atrás apenas do milho. O maior produtor mundial deste cereal é a União Europeia, seguida pela China, Índia, Rússia e Estados Unidos. Na safra 2017/18 a produção mundial de trigo foi de aproximadamente 759 milhões de toneladas, em uma área de 220 milhões de hectares. No Paraguai, a produção de trigo na safra 2018 foi de 1358000 toneladas que foram semeadas em 485000 há com produtividade média de 2800 kg ha⁻¹ (CAPECO, 2018).

Inúmeros compostos da planta (aminoácidos, proteínas, enzimas, etc.) possuem N e S onde esses elementos estão relacionados diretamente com o crescimento e a produção da planta de trigo (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000). A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, entre os quais a adubação

nitrogenada mostra-se importante na definição da produtividade (ZAGONEL *et al.*, 2002). O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI e RAMPAZZO, 2002).

A ureia é o principal fertilizante nitrogenado utilizado na cultura do trigo por suas vantagens comparativas em termos de facilidade de produção e custo final para o agricultor. Porém, seu principal inconveniente é sua elevada perda por volatilização de NH_3 o que representa uma séria limitação nas aplicações à superfície do solo. No entanto, o sulfato de amônio não sofre volatilização de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), quando o pH é inferior a 7. Porém, esse fertilizante tem sua eficiência reduzida, basicamente pela lixiviação de nitratos. (MINHOTO *et al.*, 2010).

A época e as doses de aplicações de adubos são cuidados que devem ser manejados com muita atenção. Subdoses limitam a produtividade, mas altas doses podem levar ao acamamento, dificultar a colheita e causar queda de produtividade. Além disso, podem trazer prejuízo ao ambiente, pela lixiviação de nitrato para lençóis de água, e prejuízo ao produtor por gasto desnecessário com a compra do adubo nitrogenado (MINHOTO *et al.*, 2010).

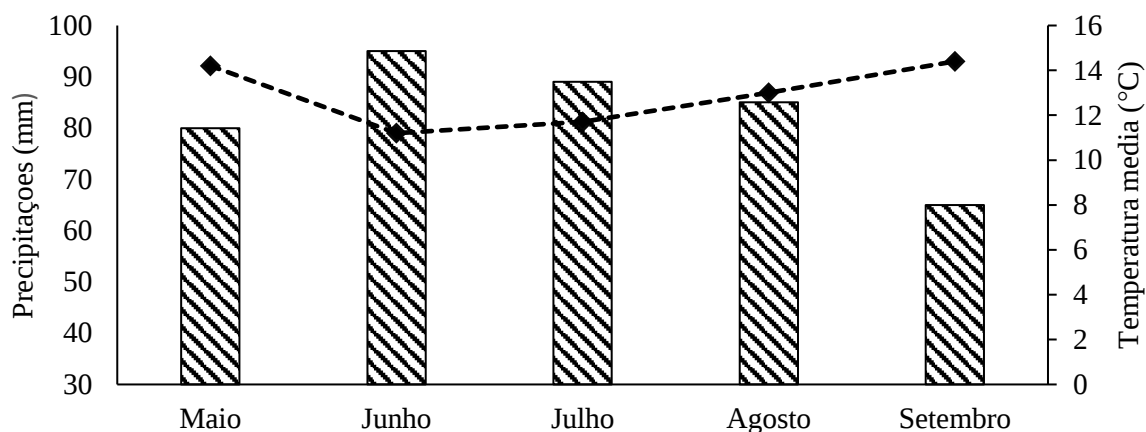
Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes doses de sulfato de amônio, aplicados na semeadura e afilhamento sobre os componentes de produção e a produtividade do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano 2018 em área experimental pertencente à Universidad Nacional de Canindeyú no município de Curuguaty, localizado em coordenadas 629.191 m de longitude este y 7.291.132 m de latitude norte. O solo é classificado como *Ultisol* al Gran grupo *Paleudul*, subgrupo *Rodhic Paleudult*.

Segundo Köppen, o clima local é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As médias anuais de temperatura e precipitação pluvial são de 25 °C e 1800 mm. Os valores de temperatura média bem como os totais mensais de precipitação pluvial, durante o período de condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperatura média mensal durante a condução do experimento em Curuguaty. 2018



Antes da instalação do experimento foram extraídas amostras de solo na camada 0-20 cm para serem enviadas ao laboratório onde arrojaram as seguintes características químicas: pH (água): 6,0; P (Mehlich): 8,4 mg dm⁻³; K (Mehlich): 0,13 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹): 1,11 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1mol L⁻¹): 0,38 cmolc dm⁻³; H+Al (acetato de Ca 0,5 mol L⁻¹): 0,00 cmolc dm⁻³; MO: 10 g dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas por dois momentos de aplicação do sulfato em cobertura (semeadura e perfilhamento) e as subparcelas por seis doses de sulfato de amônio (0; 50; 100; 150; 200 e 250 kg ha⁻¹), com o total de 36 subparcelas. A área útil da parcela, com exclusão das bordaduras, foi de 2,00 m².

Os tratamentos foram instalados em local onde anteriormente estava em pousio. Antes da semeadura do trigo, a área foi dessecada com o herbicida glifosato (3 L ha⁻¹ do i.a.) mais 2.4 D (1 L ha⁻¹) 30 dias após a semeadura. As sementes foram tratadas com carboxin + thiram (60 + 60 g i.a 100 kg⁻¹ de sementes).

A cultivar de trigo utilizada foi a Tbio mestre. A semeadura foi realizada mecanicamente a uma profundidade de 0,03 m, no dia 19 de maio de 2018, utilizando 80 sementes por metro lineal separadas por 0,20 m na entre linha totalizando 10 linhas em cada unidade experimental, tendo-se assim 400 sementes por metro quadrado. As plântulas emergiram sete dias após a semeadura. Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de: 10, 75 e 25 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

A colheita do trigo foi realizada manual e individualmente, por unidade experimental, aos 105 dias após a emergência das plantas, quando 90% das espigas apresentavam coloração

típica de grãos maduros. O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol e foi posteriormente trilhado. Foi feita a abanação manual para a limpeza do material.

Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas na maturação, definida como a distância (cm) do nível do solo até a extremidade das espigas, excluindo-se as aristas, peso hectolítrico (PH), correspondente à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L, determinada em balança de ¼, com teor de água dos grãos corrigido para 13% (base úmida); massa de 1000 grãos, determinada em balança de precisão de 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigido para 13% (base úmida); produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas três linhas centrais de cada parcela. Após a trilhagem mecânica, os grãos foram quantificados, e os dados foram transformados em quilograma por hectare, para 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quanto ao efeito do sulfato de amônio e de épocas de aplicação, e ajustadas as equações de regressão do efeito das doses de sulfato de amônio. Para a análise estatística, foi utilizado o programa Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

As duas épocas de aplicação não influenciaram significativamente na altura de plantas do trigo ($p > 0,05$) sendo observada uma média de 76.80 cm nesta variável (Tabela 1). No entanto, Costa *et al.*, (2013) observou diferenças significativas na altura de trigo utilizando seis variedades e cinco parcelamentos de N.

A altura de plantas respondeu de forma quadrática as diferentes doses de sulfato de amônio (Figura 2). A altura máxima estimada foi de 81,46 cm, obtida com a dose de 143 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Espindula *et al.* (2010) e Zagonel *et al.* (2002) também obtiveram aumento da altura de plantas de trigo em relação às doses de nitrogênio. Este fenômeno era previsível já que a disponibilidade de nitrogênio influencia no alongamento do caule em cereais, porém este atributo não é favorável visto que o maior comprimento das plantas pode aumentar, geralmente, a predisposição ao acamamento (ESPINDULA *et al.*, 2010).

Tabela 1 - Análise de variância de altura de plantas (AP), peso hectolitrico (PH), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PRO) avaliados com duas épocas de aplicação e doses de sulfato de amonio no trigo.

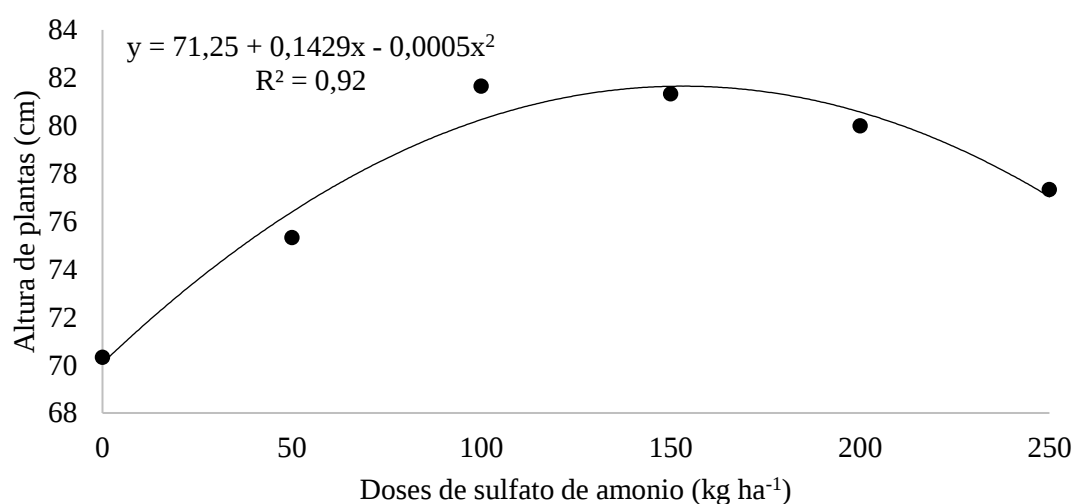
Fonte de variação	Quadrado medio			
	AP	PH	MMG	PRO
Época	25,00 ^{ns}	0,0469 ^{ns}	2,761 ^{ns}	147584 ^{ns}

Resíduo a	26,33	0,5221	2,717	131219
Doses	92,20**	3,0386 ^{ns}	2,995 ^{ns}	128923*
Doses x Época	29,40*	0,5562 ^{ns}	3,494 ^{ns}	167400**
Resíduo b	10,36	1,4189	2,742	32055
C.V. (%) Parcelas	6,67	0,90	4,71	11,41
C.V. (%) Subparcelas	4,20	1,48	4,73	5,64

CV: coeficiente de variação. ns: não significativo. * significativo a 5 % de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade

O acamamento é um dos fatores que mais limita a maximização da produção de grãos de trigo (COSTA *et al.*, 2013). No entanto, Prando *et al.* (2013) observou que incremento nas doses de N não influenciou na altura de plantas de trigo na cultivar BRS Pardela.

Figura 2 - Altura de plantas de trigo em função das doses de sulfato de amônio. Curuguaty. Paraguay.2018



As épocas e doses de sulfato de amônio não influenciaram o PH dos grãos de trigo. A média geral foi de 80,17 kg hL⁻¹. O PH é utilizado como medida de comercialização nas indústrias e expressa indiretamente a qualidade de grãos. Sabe-se que quanto maior o PH, maior o valor comercial do grão (TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2013).

O PH deste trabalho pode ser considerado como bom, pois na prática o valor recebido pelo produtor rural é menor quando o PH se apresenta abaixo de 78 kg hl⁻¹ (MEGDA *et al.*, 2009). Valores muito baixos de PH podem indicar ocorrência de problemas na lavoura que podem ter afetado o enchimento dos grãos e sua qualidade (GUARIENTI, 1996).

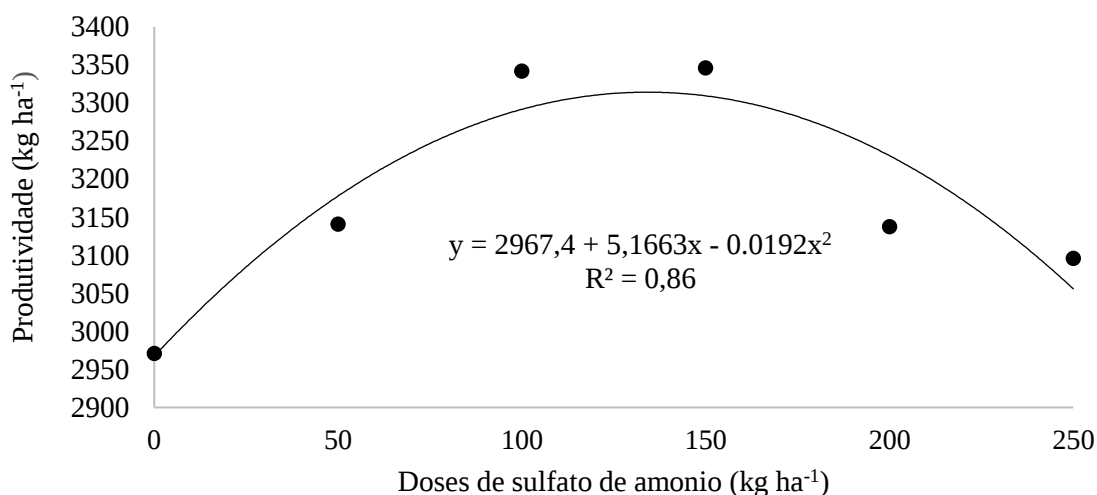
No entanto Minhoto *et al.* (2010) observou comportamento lineal decrescente do PH de grãos de trigo em decorrência do aumento das doses de N. De forma similar, Trindade *et al.* (2006) observaram valores de PH decrescente quando aumentaram a dose de N de 0 a 200 kg ha⁻¹.

A massa de mil grãos não foi afetada significativamente pelas épocas e diferentes doses de sulfato de amônio onde a média geral foi 35.20 gr. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa *et al.* (2013) e Zagonel *et al.* (2002) avaliando o parcelamento de nitrogênio em trigo. Já Teixeira Filho *et al.* (2010) e Trindade *et al.* (2016) constataram comportamento linear decrescente de PH, em consequência do aumento das doses de N.

A massa de 1.000 grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetada pelas condições de temperatura e de umidade durante a fase de maturação no campo (COSTA *et al.*, 2013). Essa redução nos valores de massa de grãos pela elevação das doses de N pode ser atribuída ao aumento no número de grãos por espiga, que teriam aumentado a competição por nutrientes e fotoassimilados dentro da espiga e, como consequência, reduzido a massa unitária dos grãos.

As épocas da adubação nitrogenada não influenciaram a produtividade de trigo, já as diferentes doses de sulfato de amônio afetaram de forma quadrática a esta variável (Figura 3).

Figura 3 - Produtividade de trigo em função das doses de sulfato de amônio. Curuguaty. Paraguay. 2018



A máxima produtividade estimada foi de 3.315 kg ha⁻¹, obtida com a dose de 134,6 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. No entanto, Ros *et al.* (2003), ao testar diferentes métodos de adubação nitrogenada, verificaram que a aplicação de N totalmente na semeadura ou em cobertura não diferem no que se refere à produtividade de grãos de trigo. A produtividade de grãos é uma característica controlada por um grande número de genes, sendo, portanto, herança quantitativa.

Conclusões

As épocas de aplicação do sulfato de amônio não afetaram a altura de plantas e peso hectolitro do trigo. O incremento da dose do fertilizante aumenta a altura de plantas e a máxima produtividade estimada foi de 3315 kg ha⁻¹ obtida com a dose de 134,6 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio independentemente da época de aplicação.

Referências

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 317-323. 2001.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 215-224. 2013.

ERNANI, P. R.; SANGOI, L. RAMPAZZO, C. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num Nitossolo em função da forma de aplicação da ureia e da palha de aveia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 26, p. 993-1000. 2002.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36 p. (EMBRAPA-CNPT. Documento, 27).

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M.; XAVIER, M. 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**, v. 33, n. 4 p. 1055-1060, 2009.

MINHOTO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SABIN, C. G. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797. 2010.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; ÁLVARES DE OLIVEIRA, F.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1. p. 34-41 2013.

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**, v. 33, p. 799-804, 2003.

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 24-29, 2006.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, v. 32, p. 25-29, 2002.