

## Efeito de fontes e doses de nitrogênio na acidificação de um solo cultivado com repolho<sup>(1)</sup>

**Carla Effegem<sup>(2)</sup>; Alex Campanharo<sup>(2)</sup>; Jadson Alves Brumatti<sup>(2)</sup>; Francisco de Assis Ferreira<sup>(3)</sup>; Adriano Alves Fernandes<sup>(4)</sup>; Marcela Campanharo<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – Universidade Federal do Espírito Santo.

<sup>(2)</sup> Discente do curso de Agronomia pelo Centro Universitário Norte do Espírito Santo - Universidade Federal do Espírito Santo; São Mateus, ES. carlaeffegem@hotmail.com, alexcampanharo@yahoo.com.br, jadson.orion@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Discente do curso de Química pelo Centro Universitário Norte do Espírito Santo - Universidade Federal do Espírito Santo; São Mateus, ES. franciscodeassisf@gmail.com <sup>(4)</sup> Professor adjunto do Centro Universitário Norte do Espírito Santo - Universidade Federal do Espírito Santo; São Mateus, ES. afernandesufes@gmail.com. <sup>(5)</sup> Professora adjunta da Fundação Universidade Federal de Rondônia; Rolim de Moura, RO. marcelacampanharo@gmail.com.

**RESUMO:** O nitrogênio exerce papel fundamental no desenvolvimento das plantas, no entanto, promove a acidificação do solo durante o processo de nitrificação. Avaliou-se a evolução da acidificação de um solo Franco Argilo Arenoso cultivado com repolho, quando submetido à aplicação de diferentes fontes e doses de N. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3x5, sendo 3 fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ½ sulfato de amônio + ½ nitrato de cálcio e nitrato de cálcio) e 5 doses de N (0, 75, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>). As coletas de solo em profundidade de 0 – 20 cm foram realizadas com auxílio de uma sonda, aos 120 dias após o transplante das mudas. Considerando a análise de regressão, todas as fontes variaram de forma quadrática. Verificou-se que a dose 450 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio promoveu maior redução nos valores de pH. No tratamento com sulfato de amônio foi observada a maior acidificação do solo em todas as doses. Os tratamentos contendo nitrato de cálcio, em sua totalidade ou em parte, acidificaram menos o solo e proporcionaram melhores condições de absorção de nutrientes para a cultura do repolho.

**Termos de indexação:** *Brassica oleracea* L., fertilizante nitrogenado, pH.

### INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma espécie de grande importância econômica da família Brassicaceae. De origem europeia e asiática, é caracterizada como planta herbácea, de ciclo bianual, com folhas arredondadas e cerosas, imbricadas e superpostas, formando uma cabeça compacta que envolve a gema apical. Sua produção está concentrada no

sudeste e sul do país, se desenvolvendo melhor em climas amenos (Ribeiro et al., 2012).

Buscando elevar a produtividade de hortaliças para obter maior retorno financeiro, a adubação nitrogenada vem sendo utilizada com estratégia para o incremento na produção, obtendo plantas que apresentem cabeças com a compacidade desejada pelo mercado consumidor (Moreira & Vidigal, 2011).

A adubação nitrogenada exerce papel fundamental no desenvolvimento das plantas (Siqueira et al., 2002), pelo fato do nitrogênio (N) possuir maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção dos elementos, quando comparado aos demais nutrientes (Huett & Dettmann, 1988). No entanto, durante o processo de nitrificação do nitrogênio, o mesmo promove a acidificação do solo pela liberação de íon hidrogênio (H<sup>+</sup>) (Tosta, 2009).

Estudos realizados em diversos países demonstraram que o uso contínuo e prolongado de fertilizantes nitrogenados amoniacais tem contribuído para o aumento da acidificação do solo. Tem-se constatado nesses estudos, que o sulfato de amônio (SA) é a fonte nitrogenada com maior capacidade de acidificação do solo (Melém Júnior et al., 2001, Rosado et al., 2014).

O sulfato de amônio, quando comparado à ureia, apresenta menor perda de N por volatilização quando sua aplicação é realizada em solos ácidos, e ainda é fonte de enxofre (Teixeira Filho et al., 2010). O nitrato de cálcio (NC) por possuir N na forma nítrica, também reduz de forma significativa as perdas de N por volatilização, além de fornecer cálcio ao solo (Rosado et al., 2013).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a evolução da acidificação de um solo Franco Argilo Arenoso cultivado com repolho, quando



submetido à aplicação de diferentes fontes e doses de N.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho a outubro de 2014, na Fazenda Experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, situado no município de São Mateus, ES.

O solo foi classificado como Franco Argilo Arenoso (Embrapa, 1999), apresentando 64, 7 e 29% de areia, silte e argila, respectivamente. Os resultados da análise química do solo (0 – 20 cm) realizado pelo Laboratório Agrônômico de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO), da própria instituição, antes da instalação do experimento, apresentaram os seguintes valores: pH (em H<sub>2</sub>O) 5,0; 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca (em KCl); 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg (em KCl); 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al (em KCl); 3,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al (em tampão SMP); 10,0 mg dm<sup>-3</sup> de K (em Mehlich); 2,3 mg dm<sup>-3</sup> de P (em Mehlich); 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> a soma de bases; CTC (t): 1,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; 38,7% a saturação de bases; 16,8% a saturação de alumínio e 1,7 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica.

O preparo de solo com aração e gradagem foi realizado junto com a calagem 90 dias antes do transplântio das mudas para o campo de acordo com a necessidade indicada pela análise de solo. A calagem foi realizada com calcário dolomítico com PRNT de 96,00%, visando elevar a saturação por base do solo para 70%.

A adubação de plantio foi realizada 85 dias após a calagem, de acordo com o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo (Prezotti et al., 2007). Aplicou-se em cada parcela experimental 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Com exceção do tratamento com 0 kg ha<sup>-1</sup> os demais receberam 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio no plantio de acordo com o tratamento utilizado.

As mudas da cultivar Astrus Plus foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial Bioplant<sup>®</sup>, sob condições de casa de vegetação. Utilizou-se uma semente por célula, semeada em profundidade de um centímetro. As mudas foram conduzidas até o desenvolvimento de quatro a seis folhas verdadeiras.

O transplântio para o campo foi realizado 35 dias após a semeadura, no espaçamento de 0,35 m entre plantas e linhas, totalizando 20 plantas por unidade experimental. As parcelas experimentais foram espaçadas em 0,5 m entre

si, já os blocos demarcados com espaçamento de 1 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, sendo 3 fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ½ sulfato de amônio + ½ nitrato de cálcio e nitrato de cálcio) e 5 doses de N (0, 75, 150, 300 e 450 Kg ha<sup>-1</sup>) com 3 repetições, totalizando 45 unidades experimentais.

As adubações de cobertura foram divididas em 40, 30 e 30% do restante a ser aplicado por tratamento e realizadas respectivamente aos 15, 40 e 60 dias após transplântio das mudas.

As coletas de solo em profundidade de 0-20 cm foram realizadas com auxílio de uma sonda, aos 120 dias após o transplântio das mudas, para avaliação do efeito de diferentes fontes e doses de N na acidificação do solo. Foram retiradas 3 amostras simples de cada parcela, as quais foram homogeneizadas a fim de obter uma amostra composta. As amostras foram encaminhadas ao laboratório para determinação do pH (H<sub>2</sub>O).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico ASSISTAT, versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2002). Considerou-se dose de N como fator quantitativo, submetendo os dados à análise de regressão, e fontes como fator qualitativo, neste caso comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do pH do solo em profundidade de 0-20 cm em função da aplicação de fontes e doses de N estão apresentados na Tabela 1.

Analisando a interação fontes e doses de N pelo teste de médias, observa-se que nas doses de 75, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup> de N, os tratamentos SA+NC e NC não diferiram entre si, mas apresentaram valores de pH mais elevado, comparando-se ao tratamento com sulfato de amônio.

Segundo Fonseca (2011), quando se utiliza fertilizantes nitrogenados amoniacais, espera-se maior acidificação do solo, devido a formação de íons H<sup>+</sup> no processo de nitrificação. Além disso, o sulfato de amônio se dissocia e o sulfato carrega cátions para as camadas mais profundas, promovendo a acidificação do solo (Oliveira et al., 2002).

De acordo com Malavolta (2006), o próprio tempo de cultivo promove acidificação do solo em virtude da lixiviação e extração de bases pela cultura, e pela exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes, tal fato explica a redução nos

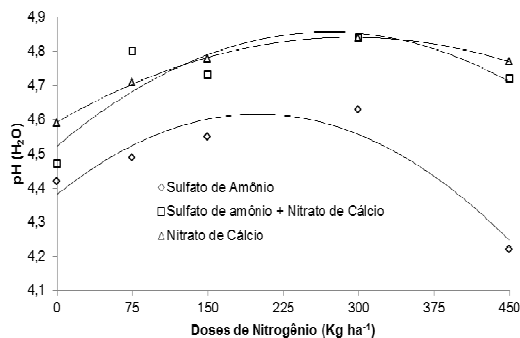


valores de pH mesmo na ausência de aplicação de N.

Considerando a análise de regressão, todas as fontes variaram de forma quadrática (Figura 1). Verifica-se que a dose 450 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio promoveu maior redução nos valores de pH.

Os maiores valores de pH foram observados nas doses de 200, 250 e 283 kg ha<sup>-1</sup> nos tratamentos SA, SA+NC e NC, sendo respectivamente 4,62, 4,84 e 4,84.

As dosagens acima de 200, 250 e 283 kg ha<sup>-1</sup> dos respectivos tratamentos SA, SA+NC e NC provocaram acidificação no solo. Para todas as fontes a dosagem para máxima produtividade foram acima de 300 kg ha<sup>-1</sup>, evidenciando forte acidificação do solo no manejo da cultura do repolho. Os tratamentos SA+NC e NC apresentaram comportamento semelhante na acidificação do solo.



Tratamento	Equações	R <sup>2</sup>
SA	$y = -3E-06x^2 + 0,0017x + 4,5929$	0,9985
SA + NC	$y = -5E-06x^2 + 0,0025x + 4,5233$	0,7525
NC	$y = -6E-06x^2 + 0,0024x + 4,3811$	0,8822

**Figura 1** - Valores de pH de um solo cultivado com repolho, coletado em profundidade de 0 - 20 cm, em resposta à aplicação de fontes e doses de N.

O sulfato de amônio promoveu maior acidificação do solo para todas as doses aplicadas. Resultado semelhante foi obtido por Rosado et al. (2014), onde observaram maior acidificação do solo cultivado com capim-mombaça com o uso de sulfato de amônio, quando comparado com a ureia, o mesmo foi observado por Costa et al. (2008), em solo cultivado com capim-braquiária.

## CONCLUSÃO

No tratamento com sulfato de amônio foi observada a maior acidificação do solo em todas as doses.

Doses elevadas de fertilizantes amoniacais provocam forte acidificação do solo.

Os tratamentos contendo nitrato, em sua totalidade ou em parte, acidificaram menos o solo e proporcionam melhores condições de absorção de nutrientes para a cultura do repolho.

## REFERÊNCIAS

FONSECA, I. M. Atributos químicos do solo, nutrição e produtividade da cana planta em função da aplicação de nitrogênio e de escória de siderurgia. 2011. 82 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2011.

HUETT, D. O. & DETTMANN, E. B. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 28, n. 3, p. 391 - 399, 1988.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.

MELÉM JÚNIOR, N. J. ; MAZZA, J. A. ; DIAS, C. T. S. ; BRISKE, E. G. Efeito de fertilizantes nitrogenados na acidificação de um Argissolo Vermelho Amarelo latossólico distrófico cultivado com milho. *Amapá Ciência e Tecnologia*, Macapá, v. 2, n.1, p. 75 - 89, 2001.

MOREIRA, M. A. ; Vidigal, S. M. Evolução das características da planta associadas à nutrição nitrogenada de repolho. *Revista Ceres*, v. 58, p. 243 - 248, 2011.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: TÓPICOS EM CIÊNCIA DO SOLO, 3, 2002, Viçosa. Resumos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 393 - 486.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. 5º aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2015. 305p.

RIBEIRO, M. R. de F.; VIDIGAL, S. M.; LOPES, I. P. de C. Efeito da adubação nitrogenada no cultivo de repolho. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 9. Belo Horizonte, 2012.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assitast - Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2002.

SILVA JÚNIOR, A. A.; YOKOYAMA, S. Repolho: novas cultivares de verão. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 1, n. 3, p. 47 - 49, 1988.



SIQUEIRA, D. L.; ESPOSTI, M. D. D.; NUNES, E. S.; VERGUTZ, L.; BRAZ, V. B.; CAIXETA, S. L. Produção de Mudanças de Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em Recipientes e Adubadas com Doses de Nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002. Anais. Belém: SBF, 2002. Doses de Nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002. Anais. Belém: SBF, 2002.

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

TOSTA, MAURO DA SILVA. Adubação nitrogenada na produção e na qualidade de frutos de maracujazeiro 'amarelo'. / Mauro da Silva Tosta. -- Mossoró: 2009.

**Tabela 1** – Valores de pH de um solo cultivado com repolho, coletado em profundidade de 0 – 20 cm, em resposta à aplicação de fontes e doses de N.

Fontes de N	Doses de N (Kg ha <sup>-1</sup> )									
	0	75		150		300		450		
SA	4,42	b	4,49	b	4,55	b	4,63	b	4,22	b
SA + NC	4,47	b	4,8	a	4,73	a	4,84	a	4,72	a
NC	4,59	a	4,71	a	4,78	a	4,84	a	4,77	a
DMS = 0,0962					CV = 0,17%					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. <sup>1</sup>SA: Sulfato de Amônio; <sup>2</sup>NC: Nitrato de Cálcio.