

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.2, p.230-235, abr.-jun., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 950 – 18/05/2010 *Aprovado em 03/03/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i2a950

Fábio Steiner^{1,2}

Laércio A. Pivetta¹

Gustavo Castoldi¹

Laerte G. Pivetta¹

Samuel Fioreze¹

Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada

RESUMO

A rúcula vem se destacando dentre as hortaliças pela sua composição nutricional e pelo sabor picante e odor agradável. No entanto, são escassos os estudos sobre a nutrição mineral e qualidade do produto, principalmente para a espécie 'Selvática'. Visando suprir esta deficiência, foi conduzido um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção e o acúmulo de nitrato nas folhas de rúcula 'Selvática'. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de duas fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de amônio) e cinco doses (0, 40, 80, 120 e 160 mg dm⁻³ de N). A colheita foi realizada 39 dias após o transplante das mudas. A rúcula 'Selvática', quando cultivada em ambiente protegido, responde até a dose de 135 e 160 mg dm⁻³ de N, na forma de nitrato de amônio e ureia, respectivamente. O teor e o acúmulo de N-orgânico + N-NH₄⁺ (NOA) e de nitrato (NO₃⁻) nas folhas de rúcula aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio. Contudo, ressalte-se que os teores de NO₃⁻ ficaram abaixo do limite máximo admissível para o cultivo de hortaliças folhosas em ambiente protegido.

Palavras-chave: Cultivo protegido, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., hortaliça, nitrogênio.

Arugula production and nitrate accumulation as function of nitrogen fertilization

ABSTRACT

The arugula has been standing out among vegetables due to its nutritional composition, spicy flavor and pleasant scent. However, there are few studies on mineral nutrition and product quality, especially for 'Savage' species. Aiming to supply this deficiency, an experiment was carried out under greenhouse conditions, to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the production and accumulation of nitrate in the leaves of 'Savage' arugula. The experimental design was made in randomized blocks, in a 2 x 5 factorial scheme with four replications. The treatments resulted from the combination of two nitrogen sources (urea and ammonium nitrate) and five doses (0, 40, 80, 120 and 160 mg dm⁻³ N). The crop was harvested 39 days after transplanting. The 'Savage' arugula, when grown in a protected environment, responds to doses of 135 and 160 mg dm⁻³ of N, as ammonium nitrate and urea, respectively. The content and accumulation of N-organic + N-NH₄⁺ (NOA) and nitrate (NO₃⁻) in the arugula leaves increased linearly with the nitrogen doses. However, it is noteworthy that the NO₃⁻ levels were below the maximum permissible level for the cultivation of vegetables under greenhouse conditions.

Key words: Greenhouse, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., vegetable, nitrogen.

¹ Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrômicas, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Fazenda Lageado, CEP 18610-337, Botucatu-SP, Brasil. Caixa Postal 237. Fone: (14) 3811-7161. Fax: (14) 3811-7211. E-mail: fsteiner@fca.unesp.br; laerciopivetta@yahoo.com.br; castoldi@fca.unesp.br; lgpivetta@fca.unesp.br; slfioreze@fca.unesp.br

² Bolsista de Doutorado do CNPq

INTRODUÇÃO

A rúcula vem se destacando dentre as hortaliças pela sua composição nutricional, com altos teores de potássio, enxofre, ferro e de vitaminas A e C, e pelo sabor picante e odor agradável (Trani & Passos, 1998). É uma hortaliça folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, originária do sul da Europa e da parte ocidental da Ásia. As folhas tenras são muito apreciadas na forma de salada, em São Paulo e no Sul do Brasil.

Pertencente à família Brassicaceae, três espécies de rúcula são utilizadas no consumo humano: *Eruca sativa* Miller, que possui ciclo de crescimento anual, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. e *Diplotaxis muralis* (L.) DC., ambas perenes (Pignone, 1997). A espécie mais cultivada no Brasil é a *Eruca sativa*, representada principalmente pelas cultivares 'Cultivada' e 'Folha Larga'. Porém, também se encontram cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia*, conhecida como rúcula selvática. No entanto, no Brasil, pouco se conhece sobre as exigências nutricionais desta última espécie, sendo as recomendações de adubação, para seu cultivo, feitas com base nas recomendações para hortaliças folhosas como a alface. Porém, nem sempre isto traz respostas satisfatórias tanto na produtividade como na qualidade do produto, ocasionando frustrações na produção. Como é uma hortaliça folhosa, a adubação nitrogenada e seu manejo são extremamente importantes para o sucesso da cultura, devendo-se ter informações específicas e claras sobre a melhor dose de nitrogênio a ser utilizada.

O acúmulo de nitrato em plantas ocorre quando há desequilíbrio entre a absorção e a assimilação do íon, sendo que as quantidades excedentes são armazenadas nos vacúolos (Marschner, 1995). Dentre as olerícolas, as hortaliças folhosas, como a alface e o espinafre, apresentam maior capacidade de acúmulo de nitrato do que as demais (Byrne et al., 2002). Entretanto, não se tem conhecimento sobre o acúmulo de nitrato em rúcula 'Selvática'.

A capacidade diferenciada de acúmulo de nitrato não ocorre apenas entre espécies, mas também entre cultivares. Blom-Zandstra & Eenink (1986) verificaram diferenças significativas no acúmulo do íon ao compararem oito genótipos de alface. Além da adubação nitrogenada e do caráter genético, a disponibilidade de Mo, o sistema de cultivo, a intensidade de luz, a temperatura e a umidade do solo também podem afetar o acúmulo de nitrato nas plantas (Maynard et al. 1976; Mondin, 1996; Byrne et al., 2002; Krohn et al., 2003).

Algumas medidas têm sido estudadas no sentido de reduzir o teor de nitrato em hortaliças, como por exemplo, adequar a adubação nitrogenada, colher as plantas em horários de menor acúmulo, atentar para as condições de armazenamento, selecionar cultivares com menor potencial de acúmulo e controlar os efeitos ambientais buscando ativar o processo assimilatório, reduzindo o acúmulo de nitrato (Byrne et al., 2002). Porém, não existem informações sobre o efeito de diferentes fontes de nitrogênio no teor de nitrato em cultivares de rúcula.

Em função da carência de informações técnicas da cultura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e no acúmulo de nitrato na parte aérea de plantas de rúcula Selvática, cultivadas em casa de vegetação nas condições de Marechal Cândido Rondon/PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação, na Estação de Cultivo Protegido da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon – PR, durante os meses de abril e julho de 2009. A casa de vegetação é dotada de nebulização intermitente de modo a manter a umidade relativa (UR) do ar próxima a 80%, e possui dupla camada plástica. A temperatura ambiente observada durante o experimento foi de $25 \pm 3^\circ\text{C}$.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Eutroférrico (LVef) de textura argilosa, coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, apresentando as seguintes características físico-químicas: 580 g kg⁻¹ de argila; matéria orgânica = 14,76 g dm⁻³; pH em CaCl₂ = 5,0; P (Mehlich-1) = 6,94 mg dm⁻³; K = 3,7 mmol_c dm⁻³; Ca = 52 mmol_c dm⁻³ e Mg = 10 mmol_c dm⁻³; CTC = 112 mmol_c dm⁻³ e V = 59%. A correção da acidez do solo foi realizada aplicando-se 680 mg dm⁻³ de calcário dolomítico (CaO: 39%, MgO: 13% e PRNT: 92%) visando elevar a saturação por bases a 70%.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de duas fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de amônio) e cinco doses (0, 40, 80, 120 e 160 mg dm⁻³ de N). A adubação de base foi realizada aplicando-se 200 mg dm⁻³ de P₂O₅, 80 mg dm⁻³ de K₂O e 1 mg dm⁻³ de B, na forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e ácido bórico, respectivamente. As doses de nitrogênio, em solução, foram parceladas em quatro épocas, aplicando-se 25% da respectiva dose no transplante, 25% aos 7 dias, 25% aos 14 dias e 25% aos 21 dias após o transplante (DAT). Os fertilizantes aplicados na base de transplante foram incorporados ao solo.

Para a implantação do experimento, utilizaram-se mudas de rúcula 'Selvática' (*Diplotaxis tenuifolia*) produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, contendo substrato comercial Plantimax®. As mudas foram transplantadas com dois pares de folhas completamente desenvolvidas para vasos com capacidade de 8 dm³. As irrigações foram realizadas duas vezes ao dia, de modo a manter a umidade do solo em torno de 80% da capacidade de campo. O volume de água repostado diariamente foi realizado tomando-se sempre o cuidado de não promover a percolação de água no fundo do vaso, de modo a evitar as perdas de N por lixiviação.

A colheita foi realizada 39 dias após o transplante das mudas. Optou-se pelo horário de colheita das 5h 30 min às 6h 30 min, pois, de acordo com Maynard et al. (1976), entre os fatores que influenciam no acúmulo de nitrato em plantas, estão a intensidade luminosa e a temperatura. As plantas

foram cortadas rente à superfície do solo de cada vaso, e pesadas para obtenção da produção de matéria fresca. O material foi lavado em água deionizada e seco em estufa com circulação forçada de ar, a $55 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingir massa constante. Em seguida, foi pesado para a obtenção da matéria seca, moído em moinho tipo Willey e armazenado.

Na matéria seca das plantas, determinou-se o N-orgânico + N-NH_4^+ (NOA), por meio de digestão sulfúrica e destilação dos extratos em microdestilador Kjeldahl, e subsequente titulação do destilado, conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). O nitrato foi determinado por meio de extração do íon com água destilada e deionizada com agitação por 5 min. Em seguida, na presença de MgO calcinado e de liga de verda, as amostras foram submetidas à destilação em microdestilador Kjeldahl e subsequente titulação do destilado (Tedesco et al., 1995).

Os resultados obtidos foram convertidos em teores e quantidades acumuladas de NOA e de nitrato (N-NO_3^-) nas folhas das plantas, e submetidos à análise de variância e de regressão. Foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 5.1 (Ferreira, 2007) para processamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram efeitos significativos ($p < 0,05$) da interação entre as fontes e doses de nitrogênio. As doses de nitrogênio na forma de ureia e de nitrato de amônio influenciaram significativamente ($p < 0,01$) a produção de matéria fresca de folhas de rúcula 'Selvática' (Figura 1). Evidenciou-se uma resposta polinomial quadrática para a massa fresca da parte aérea, na qual a produção máxima de 58,0 e 70,0 g por planta foi obtida com a aplicação de 160 e 135 mg dm^{-3} de N na forma de ureia e nitrato de amônio, respectivamente.

A produção de folhas de rúcula com a aplicação de nitrato de amônio foi superior à produção com a aplicação de ureia, nas doses 40, 80 e 120 mg dm^{-3} de N (Figura 1). Houve superioridade de 16% na produção de rúcula com a utilização de nitrato de amônio, com a aplicação de 25 mg dm^{-3} de N a menos, quando comparada à utilização de ureia. Lopes et al. (2007), avaliando fontes de nitrogênio em alface, também evidenciaram que as maiores produtividades foram obtidas com a aplicação de nitrato de amônio, seguida de sulfato de amônio e ureia. Resultados diferentes foram obtidos por Castro & Ferraz (1998) e Lopes et al. (2003), em que a melhor fonte foi a ureia.

A dose de nitrogênio recomendada para o cultivo de rúcula em ambiente protegido com mais de um corte, ou para o cultivo em solos arenosos, é de 200 kg ha^{-1} (Pimpini & Enzo, 1997). Resultados de pesquisas demonstram respostas variáveis à adubação nitrogenada. Purquerio et al. (2007), avaliando a produtividade de rúcula 'Cultivada' em dois ambientes de cultivo, verificaram que cultura respondeu até as doses de 240 kg ha^{-1} de N no campo e 180 kg ha^{-1} de N no ambiente protegido, com produtividade estimada de 3,0 e 3,3 kg m^{-2} , respectivamente. Barros Jr. et al. (2009) encontraram respostas a doses maiores de nitrogênio. Os

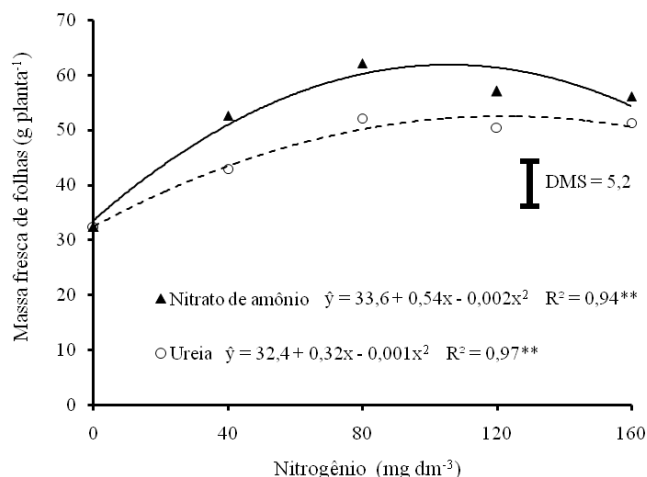


Figura 1. Produção de matéria fresca de folhas de rúcula 'Selvática' cultivada em casa de vegetação em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009. ** significativo a 1%. Barra vertical indica diferença mínima significativa (DMS) ($P < 0,05$) para comparar a fonte em cada dose de N.

Figure 1. Production of fresh 'Savage' arugula leaves grown in greenhouse as a function of the application of nitrogen sources and doses. Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brazil, 2009. ** significant at 1%. Vertical bar indicates the least significant difference (DMS) ($P < 0.05$) to compare the source on each N dose.

autores, trabalhando com o consórcio de rúcula e alface, em condições de campo, obtiveram resposta da rúcula até a dose de 375 kg ha^{-1} de N, na forma de nitrato de amônio, com produtividade de 730 g m^{-2} de matéria fresca.

Os teores de N-orgânico + N-NH_4^+ (NOA) nas folhas de rúcula aumentaram com as doses de nitrogênio, variando de 19,5 a 32,6 e de 20,2 a 36,9 g kg^{-1} para a aplicação de ureia e nitrato de amônio, respectivamente (Figura 2a).

Ocorreu aumento linear no teor de nitrato nas folhas de rúcula com o aumento da dose de N (Figura 2b). Os teores variaram de 3,72 a 11,72 e de 4,92 a 16,76 g kg^{-1} com a aplicação de ureia e nitrato de amônio, respectivamente. Estes resultados concordam com os observados por vários autores, dentre eles Faquin et al. (1994), Mantovani et al. (2005) e Cavarianni et al. (2008), os quais afirmam que o teor de nitrato na planta depende muito da sua disponibilidade no meio de cultivo.

Com base no teor de água das plantas, os teores de NO_3^- na matéria seca foram convertidos para matéria fresca, obtendo-se a seguinte variação: 0,46 a 1,40 g kg^{-1} e 0,43 a 1,00 mg kg^{-1} , com a aplicação de ureia e nitrato de amônio, respectivamente. No Brasil não existe legislação específica que regulamente os teores máximos permitidos para nitrato em vegetais (Mantovani et al., 2005). Contudo, evidencia-se que os teores, independentemente da fonte e dose de N, ficaram aquém daqueles observados em outras hortaliças, como em alface (Benini et al., 2002; Fernandes et al. 2002; Krohn et al. 2003; Mantovani et al., 2005), e dos máximos tolerados pela

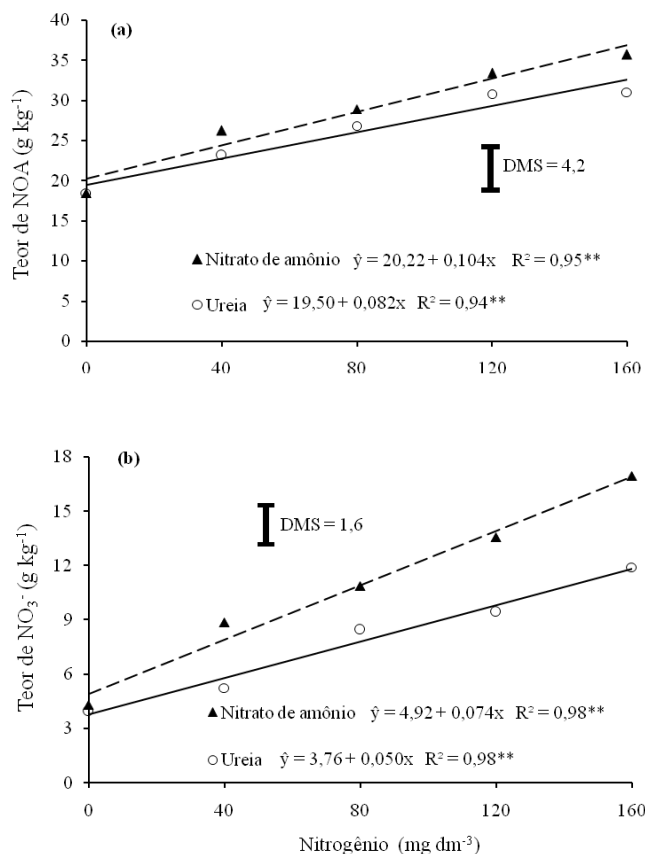


Figura 2. Teor de N-orgânico + N-NH₄⁺ (NOA) – (a) e N-NO₃⁻ – (b) nas folhas de rúcula ‘Selvática’ cultivada em casa de vegetação em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009. ** significativo a 1%. Barra vertical indica diferença mínima significativa (DMS) (P<0,05) para comparar a fonte em cada dose de N.

Figure 2. N organic + N-NH₄⁺ (NOA) - (a) and N-NO₃⁻ (b) content in the ‘Savage’ arugula leaves grown under greenhouse conditions as a function of the application of nitrogen sources and doses. Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brazil, 2009. ** significant at 1%. Vertical bar indicates the least significant difference (LSD) (P<0.05) to compare the source on each N dose.

Comunidade Européia, que são 2,50 e 3,50 g kg⁻¹ de matéria fresca, para o cultivo no campo, e em ambiente protegido, respectivamente (McCall & Willumse, 1998; Schroder & Bero, 2001). As plantas que receberam a maior dose de N apresentaram teores de NO₃⁻ 29 e 40% inferiores ao limite máximo admissível para o cultivo de hortaliças folhosas em ambiente protegido.

Purquerio et al. (2007), em ensaio realizado com rúcula ‘Cultivada’ em dois ambientes, verificaram teores estimados de 1,36 e 1,29 g kg⁻¹ de N-NO₃⁻ nas plantas cultivadas no campo e no ambiente protegido, respectivamente. Barros Jr. et al. (2009), avaliando o consórcio alface e rúcula em diferentes adubações nitrogenadas, verificaram teores máximos de nitrato nas folhas de rúcula ‘Folha Larga’ de 13,3 g kg⁻¹ de massa seca (0,93 g kg⁻¹ de massa fresca) com a aplicação de 250 kg ha⁻¹ de N. Valores estes semelhantes aos obtidos neste estudo para a cultivar ‘Selvática’.

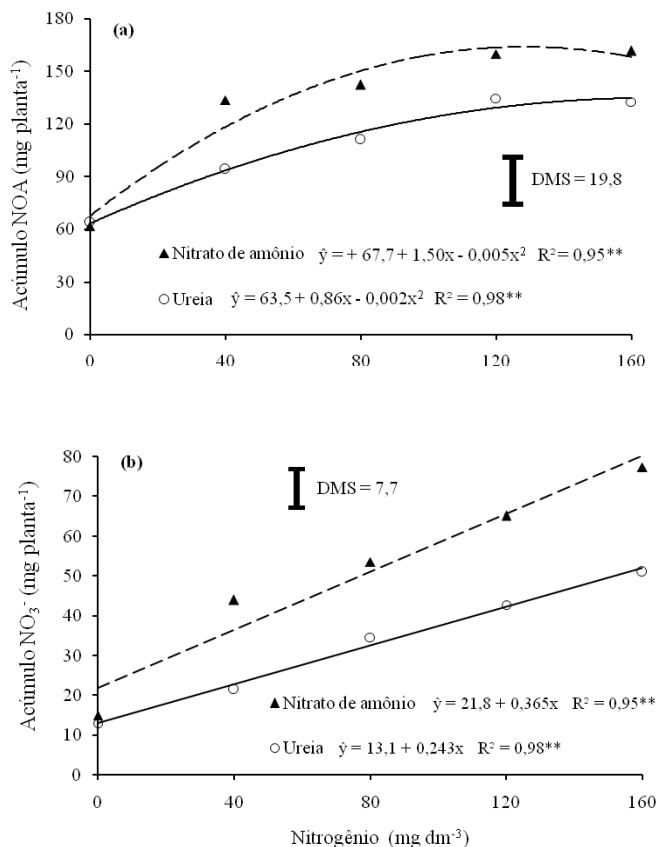


Figura 3. Acúmulo de N-orgânico + N-NH₄⁺ (NOA) – (a) e N-NO₃⁻ – (b) nas folhas de rúcula ‘Selvática’ cultivada em casa de vegetação em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio. Marechal Cândido Rondon, PR, 2009. ** significativo a 1%. Barra vertical indica diferença mínima significativa (DMS) (P<0,05) para comparar fonte em cada dose de N.

Figure 3. N organic + N-NH₄⁺ (NOA) - (a) and N-NO₃⁻ (b) accumulation in the ‘Savage’ arugula leaves grown under greenhouse conditions as a function of the application of nitrogen sources and doses. Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brazil, 2009. ** significant at 1%. Vertical bar indicates the least significant difference (LSD) (P<0.05) to compare the source on each N dose.

Contudo, Cavarianni et al. (2008), trabalhando com três cultivares de rúcula em sistema hidropônico, verificaram que o maior acúmulo de nitrato ocorreu na cultivar Selvática (3,90 g kg⁻¹ massa fresca) para a concentração de 243,5 mg L⁻¹ de N. Na mesma concentração, as cultivares ‘Cultivada’ e ‘Folha Larga’ tiveram acúmulo 35 e 40% inferiores à cv Selvática. Segundo os mesmos autores, este maior acúmulo de nitrato nessa cultivar é devido à maior participação da massa de nervuras e pecíolos na massa fresca de folhas desta cultivar. Segundo Maynard et al. (1976) tecidos como os pecíolos apresentam maior capacidade de acumular nitrato que o limbo foliar. Ressalta-se que neste estudo o maior acúmulo de nitrato na matéria fresca foi bem inferior (1,40 g kg⁻¹ massa fresca) aos obtidos por Cavarianni et al. (2008) para a cultivar ‘Selvática’. Portanto, mais estudos devem ser conduzidos para evidenciar se esta diferenciação no metabolismo do

nitrato é apenas em decorrência da cultivar ou dos sistemas de produção adotado.

As doses de nitrogênio influenciaram significativamente ($p < 0,05$) o acúmulo de NOA nas folhas de rúcula (Figura 3a). Evidenciou-se resposta polinomial quadrática, na qual o máximo acúmulo de NOA foi de 156 e 180 mg por planta com uma dose estimada de 215 e 150 mg dm⁻³ de N, com a aplicação de ureia e nitrato de amônio, respectivamente.

A adubação nitrogenada promoveu aumento linear das quantidades acumuladas de NO₃⁻ nas folhas de rúcula 'Selvática' (Figura 3b). Os valores variaram de 13,1 a 52,0 e de 21,8 a 80,2 mg planta⁻¹, respectivamente, com a aplicação de ureia e nitrato de amônio.

A aplicação de ureia proporcionou os menores teores e acúmulo de nitrato (Figuras 2 e 3). Isso ocorreu, possivelmente, devido ao fornecimento de N na forma amídica da ureia (CO(NH₂)₂). O nitrato de amônio fornece metade do N na forma amoniacal (NH₄⁺) e metade na forma nítrica (NO₃⁻). Sady et al. (1995) e Abd-Elmoniem et al. (1996) relataram que folhas de alface apresentam menor acúmulo de nitrato com o fornecimento de N na forma de NH₄⁺ e NO₃⁻, quando comparadas àquelas fertilizadas exclusivamente com N-NO₃⁻. Com o aumento do fornecimento de N na forma de NO₃⁻, a capacidade de redução do nitrato nas raízes torna-se um fator limitante e há um aumento da proporção de N-total translocado para a parte aérea na forma de NO₃⁻ (Marschner, 1995).

CONCLUSÕES

Quando cultivada em ambiente protegido, a rúcula 'Selvática' respondeu até a dose 135 e 160 mg dm⁻³ de N, na forma de nitrato de amônio e ureia, respectivamente.

O aumento das doses de nitrogênio até 160 mg dm⁻³ proporcionou aumentos lineares no teor e no acúmulo de nitrato nas folhas de rúcula.

LITERATURA CITADA

- Abd-Elmoniem, E.M.; Abou-Hadid, A.; El-Shinawy, M.; El-Beltagy, A.; Eissa, A. Effect of nitrogen form on lettuce plant grown in hydroponic system. *Acta Horticulturae*, v.434, n.1, p.47-52, 1996.
- Barros Júnior, A.P.; Cecílio Filho, A.B.; Rezende, B.L.A.; Pôrto, D.R.Q.; Prado, R.M.; Silva, G.S. Teor de nitrato em consórcio de alface e rúcula em diferentes adubações nitrogenadas. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.2 (Suplemento), p.1013-1018, 2009.
- Beninni, E.R.Y.; Takahashi, H.W.; Neves, C.S.V.J.; Fonseca, I.C.B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.183-186, 2002. [Crossref](#)
- Blom-Zandstra, M.; Eenink, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.111, n.6, p.908-911, 1986.
- Byrne, C.; Maher, M.J.; Hennerty, M.J.; Mahon, M.J.; Walshe, P.A. Reducing the nitrate content of protected lettuce. Dublin: University College, 2002. 19p. (Irish Agricultura and Food Development Authority).
- Castro, S.R.P.; Ferraz Jr., A.S.L. Teores de nitrato nas folhas e produção da alface cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.16, n.1, p. 65-68, 1998.
- Cavarianni, R.L.; Cecílio Filho, A.B.; Cazetta, J.O.; May, A.; Corradi, M.M. Concentrações de nitrogênio na solução nutritiva e horários de colheita no teor de nitrato em rúcula. *Revista Caatinga*, v.21, n.1, p.44-49, 2008.
- Faquin, V.; Marques, E. S.; Santos, S. H.; Duboc, E. Crescimento e concentração de nitrato de alface, sob influência da relação NO₃:NH₄⁺ e cloro na solução nutritiva e horário de colheita. In: Reunião Brasileira de Fertilidade e Nutrição de Plantas, 21., 1994, Petrolina. Anais. Petrolina: SBCS, 1994. p.152-153.
- Fernandes, A.A.; Martinez, H.E.P.; Pereira, P.R.G.; Fonseca, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.195-200, 2002. [Crossref](#)
- Ferreira, D.F. Sistemas para análise de variância para dados balanceados. SISVAR versão 5.1. Lavras: UFLA, 2007. (Software).
- Krohn, N.G.; Krohn, N.G.; Missio, R.F.; Ortolan, M.L.; Steinmacher, D.A.; Lopes, M.C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.2, p.216-219. 2003. [Crossref](#)
- Lopes, M.C.; Czepak, M.P.; Röder, C.; Unfried, J.R.; Sirtoli, L.F. Resposta de três Cultivares de alface a diferentes fontes nitrogenadas em Cobertura. *Horticultura Brasileira*, v.21, 2003. (Suplemento CD Rom).
- Lopes, M.C.; Souza, R.L.; Pereira, C.; Ramme, D.F.; Effgen, P.S. Acúmulo de amônio e nitrato pelas plantas de alface do tipo americana submetidas a diferentes fontes de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.25, 2007. (Suplemento CD Rom).
- Mantovani, J.R.; Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.3, p.758-762, 2005. [Crossref](#)
- Marschner H. *Mineral nutrition of higher plant*. New York: Academic Press. 1995. 889p.
- Maynard, D.N.; Barker, A.V.; Minotti, P.S.; Peck, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. *Advance Agronomy*, v.28, n.1, p.71-118, 1976. [Crossref](#)
- McCall, D.; Willumsen, J. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v.73, n. 5, p.698-703, 1998.
- Mondin, M. Efeito de sistemas de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alface. Jaboticabal: UNESP, 1996. 88 p. Tese Doutorado.
- Pignone, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: Padulosi, S.; Pignone, D. (Eds.). *Rocket: a mediterranean crop for the world*, 1996, Legnaro

- (Padova), Italy. Report of a Workshop. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p.2-12.
- Pimpini, F.; Enzo, M. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: Padulosi, S.; Pignone, D. (Eds.). Rocket: a mediterranean crop for the world, 1996, Legnaro (Padova), Italy. Report of a Workshop. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p.51-66.
- Purquerio, L.F.V.; Demant, L.A.R.; Goto, R.; Villas Boas, R.L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.464-470, 2007. [Crossref](#)
- Sady, W.; Rozek, S.; Myczkowski, J. Effect of different forms of nitrogen on the quality of lettuce yield. *Acta Horticulturae*, v.401, n.3, p.409-416, 1995.
- Schröder, F.G.; Bero, H. Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hydroponic system PPH. *Acta Horticulturae*, v.548, n.5, p.551-555, 2001.
- Tedesco, M.J.; Gianello C.; Bissani C.A.; Bohnen, H.; Volkweiss S.J. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).
- Trani, P.E.; Passos, F.A. Rúcula (Pinchão). In: Fahl, J.I.; Camargo, M.B.P.; Pizinatto, M.A. (Eds.) Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas: IAC, 1998. p.241-242. (Boletim, 200).