



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Santos Godoi, Rodrigo dos; Andriolo, Jerônimo Luiz; Cazarotto Madaloz, José Carlos; Janisch, Djeimi  
Isabel; Barros, Cláudia Alessandra

Crescimento e produtividade do almeirão em concentrações de N total contendo NH<sub>4</sub> + na solução  
nutritiva

Ciência Rural, vol. 37, núm. 4, julho-agosto, 2007, pp. 1170-1173

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33137443>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

re&alyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Crescimento e produtividade do almeirão em concentrações de N total contendo NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução nutritiva

Growth and yield of chicory plants under total N concentrations containing NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in the nutrient solution

Rodrigo dos Santos Godoi<sup>I</sup> Jerônimo Luiz Andriolo<sup>II</sup> José Carlos Cazarotto Madalóz<sup>I</sup>  
Djeimi Isabel Janisch<sup>I</sup> Cláudia Alessandra Peixoto de Barros<sup>I</sup>

### -NOTA-

#### RESUMO

O crescimento e a produtividade do almeirão foram determinados em cultivo hidropônico fechado com cinco concentrações de N contendo NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução nutritiva. As cultivares "Amarelo" e "Pão de Açúcar" foram semeadas diretamente em fileiras distanciadas de 0,05m, em uma camada de areia de 0,15m, distribuída sobre telhas de fibrocimento. Após a emergência, foi efetuado o desbaste, mantendo-se uma densidade de 1.600 plantas m<sup>-2</sup>. Foi empregada uma solução nutritiva padrão com a composição de, em mmol L<sup>-1</sup>, 11,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1,5 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 6,5 de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 7,5 de Ca<sup>+2</sup>; 10,0 de K<sup>+</sup> e 1,5 de Mg<sup>+2</sup> e, em mg L<sup>-1</sup>, 0,42 de Mn; 0,26 de Zn; 0,05 de Cu; 0,50 de B; 0,04 de Mo, e 4,82 de Fe quelatizado. Os tratamentos foram constituídos por concentrações totais de N de 11,0 (T1); 16,0 (T2); 21,0 (T3); 26,0 (T4) e 31,0 (T5) mmol L<sup>-1</sup>, contendo concentrações de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de, zero; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mmol L<sup>-1</sup>, respectivamente. O delineamento experimental inteiramente casualizado foi empregado, com quatro repetições e parcelas subdivididas. Foram efetuadas colheitas aos 35, 59, 76 e 97 dias após a semeadura, mediante corte da parte aérea das plantas a 0,02m acima da superfície da areia, para determinar a matéria seca e fresca. A maior produtividade foi obtida com a solução nutritiva contendo 16mmol L<sup>-1</sup> de N total e 2,5mmol L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Palavras-chave:** *Cichorium intybus*, fertirrigação, hidroponia, amônio.

#### ABSTRACT

Chicory plants, cv. Amarela and Pão de Açúcar, were hydroponically grown to determine growth and yield under five ammonium and nitrate N concentrations in the nutrient solution. Sowing was made in rows placed 0.05m apart, over a

0.15m deep sand growing bed supported by fiber cement tiles. After emergence, plants were thinned to a plant density of 1,600plants m<sup>-2</sup>. A standard nutrient solution was used, with the composition of, in mmol L<sup>-1</sup>, 11.0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1.5 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 6.5 SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 7.5 Ca<sup>+2</sup>; 10.0 K<sup>+</sup> and 1.5 Mg<sup>+2</sup>, and, in mg L<sup>-1</sup>, 0.42 Mn; 0.26 Zn; 0.05 Cu; 0.50 B; 0.04 Mo, and 4.82 chelated Fe. Treatments were total N concentrations of 11.0; 16.0; 21.0; 26.0 and 31.0mmol L<sup>-1</sup> in the nutrient solution, containing NH<sub>4</sub><sup>+</sup> concentrations of zero; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0mmol L<sup>-1</sup>, respectively. The nutrient solution was delivered to plants four times a day. A completely randomised split plot experimental design was used, with four replications. Plants were harvested at 35; 59; 76 and 97 days after sowing, by cutting the shoot at 0.02m height, and fresh and dry mass was determined. Maximum yield was reached using the nutrient solution with 16mmol L<sup>-1</sup> of total N, containing 2.5mmol L<sup>-1</sup> of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Key words:** *Cichorium intybus*, fertigation, hydroponics, ammonium.

O almeirão é uma hortaliça folhosa que apresenta elevado potencial de produção em hidroponia (FAQUN & FURLANI, 1999). Porém, o descarte periódico das soluções nutritivas é uma característica negativa desse sistema de produção. A reciclagem e reutilização das soluções é a técnica que vem sendo empregada em outros países para reduzir o descarte no ambiente (PARDOSSI et al., 2002). Através dessa técnica, a solução reciclada é misturada a uma nova solução, em volumes ponderados pela concentração de nutrientes, de forma a preservar na mistura a composição exigida pela cultura. A reutilização da

<sup>I</sup>Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>II</sup>Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: andriolo@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

solução nutritiva com base apenas na sua concentração salina não descarta a possibilidade de que alguns íons venham a atingir níveis elevados, especialmente o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, reduzindo a qualidade dos produtos.

A substituição do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pelo NH<sub>4</sub><sup>+</sup> permitiria reduzir tanto os riscos associados à qualidade da produção, quanto aqueles relativos à contaminação do ambiente pelos descartes de solução nutritiva. Porém, o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é tóxico às plantas quando fornecido em altas concentrações (SALSAC et al., 1987). No entanto, uma pequena parte do N total das soluções nutritivas pode ser empregada na forma de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, devido ao fato de esse cátion minimizar as variações de pH. A forma preferencial de incluir o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nas soluções nutritivas é através do nitrato de amônio, a fim de preservar o equilíbrio eletroquímico. Isso implica que, ao aumentar-se a concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, aumenta-se também aquela de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, elevando a concentração total de N. Entretanto, ao se reutilizar as soluções nutritivas em cultivos sucessivos, é provável que a concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> aumente mais rapidamente do que aquela do NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, porque a absorção deste íon pelas plantas é preferencial àquele. Nesse caso, a concentração total de N poderia atingir níveis elevados, com elevadas proporções de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do aumento da concentração de N na solução nutritiva, contendo NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na sua composição, sobre o crescimento e a produtividade de duas cultivares de almeirão em sistema hidropônico fechado.

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, no interior de um abrigo telado de polietileno de 150m<sup>2</sup>. Foi adaptado o dispositivo hidropônico fechado, composto por areia como substrato, descrito por ANDRIOLI et al. (2004). Esse dispositivo foi constituído por telhas de fibrocimento de 3,05m de comprimento e 1,10m de largura e 3% de declividade, sobre as quais foi formado um leito de cultivo composto por uma camada de 0,15m de areia média de granulometria entre 0,0015 e 0,003m. A solução nutritiva foi preparada em um reservatório de 500L e elevada até a parte superior da telha através de uma motobomba sendo, drenada a seguir por gravidade até a parte inferior, para retorno ao reservatório.

As cultivares de almeirão “Pão de Açúcar” e “Folha Amarela” foram semeadas em 06 de maio de 2005, diretamente sobre o leito de cultivo, em sulcos transversais de 0,01m de profundidade, na distância de 0,05m entre sulcos. O desbaste foi feito na fase de duas folhas definitivas, mantendo-se uma densidade de 1.600plantas m<sup>-2</sup>. A água e os nutrientes foram

fornecidos através de uma solução nutritiva padrão, com a composição de, em mmol L<sup>-1</sup>, 11,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1,5 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 6,5 de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 7,5 de Ca<sup>2+</sup>; 10,0 de K<sup>+</sup>; 1,5 de Mg<sup>2+</sup> e, em mg L<sup>-1</sup>, 0,42 de Mn; 0,26 de Zn; 0,05 de Cu; 0,50 de B; 0,04 de Mo, e 4,82 de Fe quelatizado.

Os tratamentos foram constituídos por concentrações totais de N de 11,0 (T1); 16,0 (T2); 21,0 (T3); 26,0 (T4) e 31,0 (T5)mmol L<sup>-1</sup>, contendo concentrações de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de zero; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0mmol L<sup>-1</sup>, respectivamente, mediante adição de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Os valores de pH e de CE foram mantidos na faixa entre 5,0 e 6,5 e 2,30 e 3,2dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, mediante adições de KOH, água ou alíquotas de nova solução nutritiva, conforme o caso. Foram feitas quatro fertirrigações diárias, às 9, 12, 15 e 18h, pelo acionamento da motobomba durante 15 minutos, totalizando, em cada fertirrigação, uma vazão de 130L de solução nutritiva no leito de cultivo.

O delineamento experimental inteiramente casualizado foi empregado, com quatro repetições e parcelas subdivididas. Cada parcela foi constituída por uma telha. O número de fileiras e de plantas por fileira foi de 15 e 45, respectivamente. As colheitas foram efetuadas mediante corte da parte aérea das plantas a 0,02m acima da superfície da areia, aos primeiros sinais de senescência das folhas basais adultas. Foram efetuados quatro cortes, aos 35, 59, 76 e 97 dias após a semeadura (DAS). Em cada corte foi determinada a matéria fresca e seca da parte aérea, após secagem em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 60°C, até matéria constante. Os resultados de cada corte foram somados para se obter a produtividade total de cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise da variância, e a significância das diferenças entre as médias foi determinada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A cultivar “Amarela” apresentou menor crescimento em matéria seca e fresca no tratamento T1, caracterizado pela concentração de 11mmol L<sup>-1</sup> de N total e ausência de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução nutritiva (Tabela 1). As concentrações mais elevadas, contendo entre 2,5 e 10,0mmol L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, não induziram diferenças significativas na matéria seca. O valor mais elevado de matéria fresca foi obtido na dose de 16,5mmol L<sup>-1</sup> de N total com 2,5mmol L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (T2), embora sem diferença significativa da dose superior, de 21,0mmol L<sup>-1</sup> de N total com 7,5mmol L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (T3). Efeito semelhante ao dos tratamentos foi observado na cultivar “Pão de Açúcar”, com médias mais elevadas de matéria seca e fresca no tratamento T2. A diminuição relativa no crescimento da matéria fresca entre as mesmas doses foi de 11,8%. A produtividade máxima de matéria fresca obtida pela cultivar “Amarela” foi

Tabela 1 - Crescimento e produtividade de duas cultivares de almeirão com diferentes concentrações de N total/ $\text{NH}_4^+$  na solução nutritiva. Santa Maria, UFSM, 2005.

Conc. de N/ $\text{NH}_4^+$ (mmol L <sup>-1</sup> )	Matéria seca (g m <sup>-2</sup> )	Matéria fresca (g m <sup>-2</sup> )
<b>Cultivar "Amarela"</b>		
11/Zero	326,16b	4766c
16/2,5	435,36a	5997a
21/5,0	374,36ab	5279b
26/7,5	386,64a	5614ab
31/10,0	420,92a	5500b
<b>Cultivar "Pão de açúcar"</b>		
11/Zero	294,76b	4689bc
16/2,5	362,60a	5216a
21/5,0	349,80a	5010ab
26/7,5	333,84ab	4435c
31/10,0	367,72a	4599bc

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada cultivar, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

próxima de 6kg m<sup>-2</sup>. Esse valor é superior àqueles obtidos por COELHO & CECÍLIO FILHO (2002) em NFT e por NOVO et al. (2003) no solo.

Os resultados deste trabalho indicam que a concentração de N total que maximiza a produtividade do almeirão é semelhante àquela recomendada por CASTELLANE & ARAÚJO (1995), para o cultivo da alface, que é de 16,9mmol L<sup>-1</sup>. Sugerem ainda que concentrações crescentes de  $\text{NH}_4^+$  de até 32% do N total são toleradas por essa cultura. Uma das principais hipóteses apontadas para explicar o efeito negativo do  $\text{NH}_4^+$  no crescimento das plantas diz respeito a modificações no equilíbrio eletroquímico das células. Essas modificações ocorreriam quando as quantidades absorvidas desse cátion excedessem às assimiladas pela planta. O equilíbrio eletroquímico seria quebrado e, para restabelecê-lo ou minimizá-lo, a absorção de outros cátions seria drasticamente reduzida ou inibida. Conseqüentemente, o crescimento da matéria seca seria afetado pela carência de outros cátions nutrientes, especialmente de K<sup>+</sup> (SALSAC, 1987; KOTSIRAS et al., 2002). Esse fenômeno não foi observado no presente experimento, pois o  $\text{NH}_4^+$  não reduziu o acúmulo de matéria seca das plantas. Isso significa que o almeirão é mais tolerante a esse cátion do que a alface, para a qual as concentrações máximas empregadas nas soluções nutritivas situam-se em níveis ao redor de 12% do N total (FAQUIN & FURLANI, 1999).

Outra hipótese que pode ser levantada para explicar os atuais resultados é o fato de as concentrações crescentes de  $\text{NH}_4^+$  estarem acompanhadas por concentrações equivalentes de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, as quais preservariam o equilíbrio eletroquímico da solução nutritiva. Isso implicaria absorção preferencial do NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mesmo sob elevada

disponibilidade do  $\text{NH}_4^+$  no meio radicular. Dessa forma, a toxidez amoniacal somente passaria a ocorrer após o esgotamento da fração nítrica do N total. Embora não tenham sido encontrados na literatura relatos que confirmem essa hipótese, a resposta observada confirma a possibilidade de se evitar o descarte de soluções nutritivas no cultivo hidropônico do almeirão. O risco de queda de produtividade por toxidez amoniacal ficaria reduzido pela adição de novos volumes de solução nutritiva formulada com uma parte do N total na forma nítrica.

Os resultados indicam que o efeito do  $\text{NH}_4^+$  sobre o crescimento e a produtividade do almeirão varia com o genótipo. A concentração de 16mmol L<sup>-1</sup> de N total com 2,5mmol L<sup>-1</sup> de  $\text{NH}_4^+$  maximiza a matéria fresca. Concentrações elevadas de  $\text{NH}_4^+$  de até 10mmol L<sup>-1</sup> em 31mmol L<sup>-1</sup> de N total não afetam a matéria seca e causam uma redução na matéria fresca em torno de 8,3% na cultivar "Amarela" e de 11,8% na cultivar "Pão de Açúcar".

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica aos acadêmicos José Carlos Cazarotto Madaloz e Djeimi Isabel Janisch, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIOLI, J.L. et al. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT? **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.794-798, 2004.

- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo - hidroponia**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.

- COELHO, R.L.; CECÍLIO FILHO, A.B. Produtividade de cultivares de almeirão em hidroponia, Uberlândia, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2002. CD-ROM.
- FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.99-104, 1999.
- KOTSIRAS, A. et al. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. **Scientia Horticulturae**, v.95, p.175-183, 2002.
- NOVO, M.C.S.S. et al. Desempenho de três cultivares de almeirão sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.84-87, 2003.
- PARDOSSI, A. et al. A comparison between two methods to control nutrient delivery to greenhouse melons grown in recirculating nutrient solution culture. **Scientia Horticulturae**, v.92, p.89-95, 2002.
- SALSAC, L. et al. Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.25, n.6, p.805-812, 1987.