



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Antonello Londero Backes, Fernanda Alice; Barbosa, José Geraldo; Prieto Martinez, Hermínia Emília;
Backes, Rogério Luiz; Finger, Fernando Luiz

Concentração e conteúdo de nutrientes em lisiante, cultivado em hidroponia, em sistema NFT

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 30, núm. 4, 2008, pp. 495-500

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026581007>

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

redalyc.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

Concentração e conteúdo de nutrientes em lisianto, cultivado em hidroponia, em sistema NFT

Fernanda Alice Antonello Londero Backes^{1*}, José Geraldo Barbosa², Hermínia Emília Prieto Martinez², Rogério Luiz Backes³ e Fernando Luiz Finger²

¹Universidade do Contestado, Rua Roberto Ehlke, 80, 89460-000, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil. ²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Canoinhas, Santa Catarina, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: fernanda@backes.com.br

RESUMO. O diagnóstico nutricional é fundamental para determinar as exigências das plantas quanto aos nutrientes, de forma a se proceder a um manejo adequado, de acordo com a espécie. Assim, para determinar as concentrações e conteúdos nutricionais adequados à produção e qualidade de plantas de lisianto em cultivo hidropônico, instalou-se um experimento onde as plantas foram cultivadas em sistema NFT, em diferentes soluções nutritivas. O experimento foi conduzido, segundo delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, totalizando 12 tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram compostos de quatro cultivares (Echo Champagne, Mariachi Pure White, Balboa Yellow e Ávila Blue Rim) e três soluções nutritivas (Teste, Steiner modificada e Barbosa). Foram avaliadas as concentrações e os conteúdos dos nutrientes nas folhas e conteúdos na parte aérea das plantas. As plantas cultivadas nas soluções Barbosa e Teste apresentaram resultados satisfatórios quanto às concentrações e aos conteúdos de nutrientes, enquanto a solução Steiner modificada produziu plantas com limitações nutricionais.

Palavras-chave: *Eustoma grandiflorum*, hidroponia, estado nutricional.

ABSTRACT. **Concentration and nutrient content in lisianthus grown in a hydroponic NFT system.** The nutritional diagnosis is fundamental for determining plant nutrients, in order to correctly manage the nutritional requirements for each species. Thus, in order to determine the ideal nutrient amount and concentration for obtaining the best yield and quality of lisianthus grown hydroponically, an experiment was conducted in which the plants were grown under the NFT system in different nutrient solutions. The experiment was conducted according to a random block design arrangement in a 4x3 factorial scheme, totaling 12 treatments with three repetitions. The treatments were comprised of four cultivars (Echo Champagne, Mariachi Pure White, Balboa Yellow and Ávila Blue Rim) and three nutrient solutions (Test, modified Steiner and Barbosa). In the leaves, nutrient concentration and content were evaluated; in the aerial parts of the plants, only the content was evaluated. The plants grown in Barbosa solution and in the Test solution had satisfactory results regarding nutrient concentration and amounts, while the modified Steiner solution produced plants with limited nutritional qualities.

Keywords: *Eustoma grandiflorum*, hydroponics, nutritional supply.

Introdução

O gênero *Eustoma* é, popularmente, conhecido como lisianto ou genciana das pradarias. Três espécies deste gênero ocorrem naturalmente nos Estados Unidos, sendo que, dessas três, *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery, por possuir flores mais abundantes, são cultivadas com fins comerciais (Roh *et al.*, 1989).

A espécie foi introduzida no mercado americano a partir de 1980, despertando grande interesse de produtores e consumidores em seu uso como flor-de-corte e planta envasada. No Japão, a comercialização

de sementes de lisianto, como ornamental, teve início na década de 30. A sua rápida popularização pode ser atribuída aos progressos obtidos com os trabalhos de melhoramento genético, que deram origem a cultivares com novas cores de flor, excelente vida de vaso e capacidade de produzir flores em diferentes épocas do ano (Ohkawa *et al.*, 1991; Harbaugh *et al.*, 1996; Ohkawa e Sasaki, 1999; Ohta *et al.*, 2001). No Brasil, o lisianto foi introduzido no final da década de 80, mas somente na década de 90 começou a se destacar no mercado da floricultura (Salvador, 2000; Camargo *et al.*, 2004).

Vários fatores são requeridos para o crescimento das plantas como luminosidade, temperatura, CO₂, água e nutrientes. Segundo Marschner (1995) e Neto (2001), o sucesso para a produção economicamente viável de qualquer cultura depende do manejo nutricional adequado, já que a absorção de nutrientes pelas plantas ocorre de forma diferenciada, de acordo com os estádios fenológicos, condições climáticas, meio de cultivo, condições de manejo nutricional e idade da planta.

No cultivo hidropônico, o manejo da solução nutritiva é fundamental para prover nutrição ótima às plantas. Alterações no valor de pH, condutividade elétrica (CE) e desbalanços nas relações nutricionais poderão afetar o crescimento e o desenvolvimento da planta (Resh, 1997). Os valores de CE variam com a composição química da solução nutritiva utilizada e, durante o cultivo, com a espécie e as condições ambientais. Para a cultura do lisianto, recomenda-se, no verão, CE entre 1,0 e 1,2 mS cm⁻¹ e, no inverno, entre 1,5 e 1,6 mS cm⁻¹ (Abou-Hadid *et al.*, 1996; Resh, 1997; Fox, 1998), enquanto o pH deve estar entre 6-6,5.

De acordo com Fontes (2001), diagnosticar o estado nutricional da planta é conhecer e avaliar as suas condições quanto ao aspecto da nutrição mineral, fator fundamental para que se faça um correto manejo da fertilização. Fatores genéticos, idade da planta, posição do órgão na planta, disponibilidade de nutrientes no substrato, concentração de outros nutrientes, bem como os fatores climáticos podem afetar a composição mineral da planta e de seus órgãos separadamente. De interesse particular para a diagnose de plantas está o fato de que diversos órgãos respondem, de forma diferenciada, a variações na concentração de nutrientes no substrato.

Para Martinez (2002), o cultivo em soluções nutritivas é ferramenta valiosa para o estudo das exigências nutricionais de diferentes espécies de plantas, assim como outras aplicações em pesquisa como o estabelecimento de sintomas de carência de nutrientes e níveis internos a eles relacionados, além de concentrações ou faixas críticas de nutrientes nos tecidos, avaliação dos efeitos do excesso de determinado nutriente e níveis internos relacionados, da interação entre nutrientes e o crescimento das plantas, dos efeitos da temperatura e do pH na absorção de nutrientes, entre outros, pois, no solo, a interdependência entre os fatores da interface solo/raiz é maior.

O conhecimento dos teores dos nutrientes, em uma planta, é fator importante, pois permite fazer o manejo nutricional de acordo com as exigências da

cultura, principalmente considerando os seus diferentes estádios de desenvolvimento. Também, a determinação da concentração e do conteúdo dos nutrientes torna-se necessária, pois, por meio destes, pode-se quantificar e validar a adubação de culturas, ainda pouco estudadas como o lisianto. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a concentração, o conteúdo e a partição de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, B e Fe nas folhas de diferentes cultivares de lisianto, cultivados em três soluções nutritivas, no sistema de fluxo laminar de nutrientes.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, com cobertura superior de filme plástico de polietileno, com espessura de 150 micra, e laterais com filme plástico e sombrite (parte inferior até 1,5 m de altura a partir da base), no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Estado de Minas Gerais, no período de 29 de julho a 22 de novembro de 2002. Os dados meteorológicos de temperatura diários e umidade relativa do ar, no período experimental, foram registrados diariamente em um termo-higrógrafo, instalado no centro da estufa, a 1,0 m de altura, sendo as médias das temperaturas máximas e mínimas de 40 e 12°C, respectivamente, e da umidade relativa entre 70 e 75%.

As mudas de lisianto foram adquiridas no viveiro Isabel Yamagushi – Atibaia, Estado de São Paulo. Quando apresentavam, aproximadamente, dois pares de folhas, foram transplantadas para cubos de espuma fenólica (5,0 x 5,0 x 3,8 cm), que serviram de sustentação após as mesmas serem colocadas nos perfis de crescimento, ou seja, canaletas do sistema de fluxo laminar de nutrientes NFT. O transplante das mudas para o sistema NFT foi realizado em 29 de julho de 2002.

O experimento foi conduzido, segundo delineamento experimental, em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, totalizando 12 tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram compostos de quatro cultivares (Echo Champagne, Mariachi Pure White, Balboa Yellow e Ávila Blue Rim) e três soluções nutritivas (Teste, Steiner modificada e Barbosa *et al.*, 2000). A composição dos macronutrientes NO₃⁻, NH₄⁺, H₂PO₄⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e SO₄²⁻ em mmol L⁻¹, foi de 12,8; 3,2; 0,7; 6,6; 1,5; 2,7 e 3,3 na solução Teste; 9,0; 3,0; 1,0; 7,0; 4,5; 2,0 e 3,5 na solução Steiner modificada e 11,51; 2,88; 1,95; 12,92; 1,51; 1,0 e 0,5 na solução Barbosa *et al.* (2000). A composição dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn em µmol L⁻¹, foi de 30; 0,5; 60; 30; 0,5 e 1,5 para todas as soluções nutritivas.

O cultivo do lisianto foi efetuado no sistema NFT, utilizando-se perfis de polipropileno (PP), de tamanho médio (100 mm), espaçados de 20 cm, perfurados a cada 25 cm, com orifícios de 5,0 cm de diâmetro, para a colocação das mudas. O espaçamento utilizado foi de 25 por 20 cm. Para avaliação, foram consideradas cinco plantas centrais do perfil, sendo as demais consideradas bordaduras.

As soluções nutritivas foram preparadas em caixas de cimento e amianto (1.000 L) impermeabilizadas, utilizando-se água de poço artesiano, sendo o volume inicial de cada solução igual a 750 L, e a distribuição até os canais de cultivo realizada pelos canos de PVC. Um conjunto motobomba de 0,5 HP foi acoplado ao nível inferior de cada reservatório para fornecer a solução nutritiva aos perfis de cultivo, numa vazão de 2,0 L por min., cujo retorno ocorria por gravidade.

O fornecimento da solução nutritiva foi controlado por um temporizador, programado para acionar o conjunto motobomba durante 15 min., com intervalo de 15 min., no período diurno (6h às 19h). A partir do dia 1º de outubro, o sistema motobomba passou a ser acionado também no período noturno, durante 15 min., com intervalo de 15 min., no período de 0 hora até a 1 hora.

Realizou-se, diariamente, a reposição do volume da solução com água e, na sequência, realizava-se a leitura de pH e da CE. O pH foi corrigido, conforme a necessidade, para o intervalo de 5,5 a 6,5, utilizando soluções de NaOH para elevar o pH ou de H₂SO₄ para baixá-lo. Da mesma forma, a reposição de nutrientes foi prevista para o momento em que a CE atingisse 70% do valor inicial, sendo este valor de 1,99 mS cm⁻¹ na solução Teste; 2,14 mS cm⁻¹ na solução Steiner e 2,21 mS cm⁻¹ na solução Barbosa *et al.* (2000). Seguindo esse manejo, realizou-se a reposição de nutrientes nas três soluções nutritivas, no dia 20 de setembro de 2002.

Entre 25-30 dias do plantio, procedeu-se à poda acima do quinto par de folhas. Para o tutoramento das plantas, utilizou-se malha de arame fino. Ao longo do cultivo, não foram observados ataques de pragas nem surgimento de sintomas de doenças. Devido à sensibilidade do lisianto às altas temperaturas, fez-se necessária a colocação de sombrite (50%) na parte interna da casa-de-vegetação, a uma altura de, aproximadamente, 2,3 m.

A colheita das hastes iniciou-se quando as primeiras plantas apresentavam o botão principal com sépalas totalmente abertas e pétalas em início de abertura, fazendo-se cortes rentes à base da planta.

Para a determinação dos teores de nutrientes, as plantas foram secas em estufa com circulação forçada

de ar, à temperatura entre 70-75°C, por 72h. Na sequência, as plantas foram pesadas para a obtenção do peso da matéria seca da parte aérea e processadas em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de 20 mesh. Após o processamento no moinho, as amostras foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para a obtenção dos extratos e das análises de tecido, realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Os teores de N, P, S e B foram determinados por espectrofotometria; o K, por fotometria de emissão de chama e os teores de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica. Foram avaliadas as concentrações e os conteúdos de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu e Fe, nas folhas de lisianto. Os resultados foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa SAEG.

Resultados e discussão

Não houve efeito das soluções na concentração de N, nas folhas de lisianto, cujo valor médio foi de 34,4 g kg⁻¹ (Tabela 1). Harbaugh e Woltz (1991) verificaram concentrações de N, na cultivar Saga Purple, da ordem de 26 g kg⁻¹. Já para o conteúdo, a solução proposta por Barbosa *et al.* (2000) apresentou resultados superiores aos observados com a solução de Steiner modificada (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de concentrações (CT) e conteúdos (CN) de N, K, Ca, Mg, S, Mn e Zn, na massa seca de folhas de lisianto, cultivado em três soluções nutritivas.

Soluções	CT						
	N	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹			
Teste	35,0a	33,7b	4,8b	7,3a	3,1a	51,0b	13,0a
Steiner	33,8a	35,6b	8,9a	6,3b	3,4a	74,0a	12,0b
Barbosa	34,4a	45,4a	3,9c	6,0b	2,1b	56,0b	12,0b

Soluções	CN						
	N	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn
	mg planta ⁻¹			µg planta ⁻¹			
Teste	226,0ab	219,29b	31,28b	47,29a	20,36a	330,1b	84,0a
Steiner	193,0b	205,19b	50,79a	36,09b	19,38a	426,9a	66,8b
Barbosa	233,0a	309,38a	26,90b	40,92ab	14,53b	379,1ab	82,0a

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As concentrações e conteúdos de K, nas folhas de lisianto cultivado nas soluções nutritivas Steiner modificada e Teste, foram inferiores aos obtidos na solução preconizada por Barbosa *et al.* (2000), conforme se observa na Tabela 1. É provável que isto tenha ocorrido devido à maior concentração de K (12,92 mmol L⁻¹ K) na composição desta solução, quando comparada às demais. Já, maiores

concentrações e conteúdos de Ca, nas folhas de lisianto, foram observados com a utilização da solução de Steiner modificada, mais rica em Ca em relação às demais fato que, provavelmente, justifica estes resultados. Além disso, sugere-se que a alta concentração de K ($12,92 \text{ mmol L}^{-1}$) na solução, proposta por Barbosa *et al.* (2000) poderia estar restringindo a absorção de Ca pelas plantas cultivadas nesta solução, cuja concentração foi inferior em relação às demais.

Maior concentração de Mg, nas folhas, foi obtida com a utilização da solução nutritiva Teste, em relação às demais. Essa solução também resultou em maior conteúdo de Mg, em relação à Steiner modificada. Para o S, as soluções nutritivas Steiner modificada e a Teste possibilitaram concentrações e conteúdos superiores à da solução proposta por Barbosa *et al.* (2000), não diferindo entre si (Tabela 1).

Os resultados indicam que, de maneira geral, as concentrações e conteúdos nas folhas estão diretamente relacionados às concentrações dos nutrientes nas soluções utilizadas.

Entre as soluções nutritivas, as variações percentuais mais expressivas das concentrações de nutrientes em folhas foram de 64,6%, para P, e de 56,2%, para Ca. Já, para o conteúdo, as variações percentuais mais expressivas foram de 71,1% para P; e 47%, para Ca. Quanto à concentração de Ca na solução Teste e proposta por Barbosa *et al.* (2000), provavelmente, um incremento deste nutriente na composição química destas soluções favorecerá a absorção do mesmo, propiciando maior crescimento e desenvolvimento de plantas, já que o lisianto é considerado exigente quanto ao Ca.

Maior concentração de Mn, nas folhas, foi observada quando se utilizou a solução de Steiner modificada, em relação às demais, que não diferiram entre si (Tabela 1). Para o Mn, observa-se que, quando se usou a solução de Steiner modificada, houve maior acúmulo deste elemento nas folhas em relação à solução Teste. O maior conteúdo de Mn é reflexo direto da concentração deste, que foi significativamente superior nas folhas das plantas cultivadas com a solução de Steiner modificada.

Quanto ao Zn, maiores concentrações e conteúdos foram obtidos, quando se utilizou a solução Teste, em relação à de Steiner modificada. O micronutriente Fe apresentou o mesmo comportamento do N, sendo que, com a utilização da solução proposta por Barbosa *et al.* (2000), verificou-se maior conteúdo deste elemento nas folhas de lisianto em relação à solução de Steiner modificada (Tabela 1). Não foram constatadas variações expressivas entre os demais

micronutrientes, cujas concentrações foram de 3,7; 185 e $80,85 \text{ mg kg}^{-1}$ e cujos conteúdos foram de 26,8; 867,2 e $534,4 \text{ mg planta}^{-1}$ para Cu, Fe e B, respectivamente.

Ainda que as soluções nutritivas tenham resultado em variações consideráveis nas concentrações de nutrientes nas folhas, os valores observados não limitaram o crescimento das plantas, em especial, para as soluções Teste e proposta por Barbosa *et al.* (2000). De modo geral, as concentrações dos nutrientes ficaram dentro das faixas sugeridas por Jones Jr. *et al.* (1991) para culturas semelhantes, não tendo sido observados sintomas de deficiência ou toxidez nas plantas de lisianto.

Não houve diferença entre cultivares para concentração e conteúdo de N em folhas de lisianto, observando-se valores médios de $34,2 \text{ g kg}^{-1}$ e $163 \text{ mg planta}^{-1}$ (Tabela 2).

As cultivares Echo Champagne e Balboa Yellow apresentaram concentrações de K de 39,1 e $39,4 \text{ g kg}^{-1}$ superiores à observada na cultivar Ávila Blue Rim, não diferindo de Mariachi Pure White. Já, para o conteúdo, não houve diferença entre cultivares (Tabela 2). De forma semelhante, Harbaugh e Woltz (1991) encontraram, nas folhas de lisianto, para a cultivar Saga Purple, concentração de 36 g kg^{-1} de K.

As cultivares Echo Champagne e Balboa Yellow apresentaram concentrações de K de 39,1 e $39,4 \text{ g kg}^{-1}$ superiores à observada na cultivar Ávila Blue Rim, não diferindo de Mariachi Pure White. Já, para o conteúdo, não houve diferença entre cultivares (Tabela 2). De forma semelhante, Harbaugh e Woltz (1991) encontraram, nas folhas de lisianto, para a cultivar Saga Purple, concentração de 36 g kg^{-1} de K.

Tabela 2. Valores médios das concentrações (CT) e conteúdos (CN) de K, Ca, Mg, S, Mn, Zn e Cu, na massa seca de folhas de quatro cultivares de lisianto, cultivadas em hidroponia.

Cultivares	CT						
	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu
	g kg^{-1}						
Echo C.	39,1a	5,1b	6,5b	3,1a	61b	14a	4b
Mariachi	38,2ab	5,5b	5,6c	3,1a	53c	10c	4b
Balboa Y	39,4a	5,5b	5,7c	2,3b	54bc	13b	4b
Ávila B.R.	36,3b	7,5a	8,1a	2,9a	73a	12b	6 ^a
Cultivares	CN						
	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu
	mg planta^{-1}						
Echo C.	266,99a	33,53b	44,19ab	13,8	407,0ab	93,7a	25,6ab
Mariachi	217,09a	29,59b	32,09c	14,1	294,6c	58,5c	20,4b
Balboa Y	264,37a	35,30b	37,78bc	15,1	353,6bc	83,2ab	25,4ab
Ávila B.R.	230,04a	46,87a	51,67a	11,5	459,6a	74,7bc	36,0a

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As concentrações de Ca e Mg, observadas na massa seca de folhas da cultivar Ávila Blue Rim, foram significativamente superiores às das demais

cultivares, e seus conteúdos superiores aos de Balboa Yellow e Mariachi Pure White. As concentrações de S nas cultivares Echo Champagne, Mariachi Pure White e Ávila Blue Rim foram superiores à encontrada na cultivar Balboa Yellow, porém os conteúdos não diferiram entre si (Tabela 2). Os valores obtidos para as concentrações destes dois nutrientes estão acima das obtidas por Harbaugh e Woltz (1991), em folhas de lisianto cultivar Saga Purple, da ordem de, 3,9 e 4,3 g kg⁻¹ para Ca e Mg, respectivamente. Os autores não determinaram a concentração de S nas folhas desta cultivar.

Para Mn e Cu, maiores concentrações foram observadas na cultivar Ávila Blue Rim, em relação as demais. Quanto ao Zn, a maior concentração do elemento foi verificada na cultivar Echo Champagne, enquanto a menor foi obtida nas folhas da cultivar Mariachi Pure White (Tabela 2). Harbaugh e Woltz (1991) obtiveram, nas folhas da cultivar Saga Purple, concentração inferior, de 42 mg kg⁻¹ de Mn, e superior, de 32 mg kg⁻¹ de Zn, às obtidas neste trabalho. Em relação ao Cu, os autores observaram concentração de 3,0 mg kg⁻¹, portanto, próxima às obtidas, neste trabalho, com a maioria das cultivares, com exceção de Ávila Blue Rim, cuja concentração média, 6,0 mg kg⁻¹, foi superior às das demais. Não houve diferença entre as cultivares quanto aos micronutrientes Fe e B, observando-se concentrações médias de 185 e 80,8 mg kg⁻¹ e conteúdos de 867,2 e 361,8 µg planta⁻¹, respectivamente.

Maior conteúdo de Mg e Mn, nas folhas, foi observado na cultivar Ávila Blue Rim, em relação às cultivares Balboa Yellow e Mariachi Pure White. O conteúdo de Zn foi superior nas folhas da cultivar Echo Champagne, em relação às cultivares Ávila Blue Rim e Mariachi Pure White, enquanto maior conteúdo de Cu foi observado na cultivar Ávila Blue Rim, a qual foi superior à da cultivar Mariachi Pure White, não diferindo das demais (Tabela 2).

Houve interação entre soluções e cultivares para as concentrações e conteúdos de P. Maior concentração de P, nas folhas, foi observada na cultivar Balboa Yellow, em relação às demais, independente da solução nutritiva utilizada, enquanto que as menores foram observadas na cultivar Ávila Blue Rim (Tabela 3).

Para todas cultivares, maior concentração de P, nas folhas, foi verificada quando se utilizou a solução proposta por Barbosa *et al.* (2000), em relação às demais, à exceção da cultivar Ávila Blue Rim, para o qual maior concentração de P foi observada apenas em relação à solução Teste (Tabela 3). De acordo com as concentrações das soluções, verifica-se que a

solução proposta por Barbosa tem a maior concentração de P em sua formulação, 1,95 mmol L⁻¹, o que provavelmente contribuiu para o maior acúmulo do elemento nas folhas. Harbaugh e Woltz (1991) encontraram, nas folhas de Saga Purple, valor inferior aos observados neste trabalho, em média, 1,2 g kg⁻¹ de P.

Tabela 3. Valores médios das concentrações e conteúdos de P, na massa seca de folhas de cultivares de lisianto, cultivados em três soluções nutritivas.

Cultivares	Concentração de P (g kg ⁻¹)			Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)		
	Teste	Steiner	Barbosa	Teste	Steiner	Barbosa
Echo C.	4,2Bb	3,6Bb	5,7Ba	27,05Bb ^{1/}	22,53Bb	42,38Ba
Mariachi P. W.	3,9Bb	3,6Bb	5,6Ba	25,02Bab	17,50Bb	31,62Ca
Balboa Yellow	5,7Ab	6,1Ab	8,2Aa	37,95Ab	36,04Ab	60,58Aa
Ávila Blue Rim	2,9Cb	3,3Bab	3,8Ca	18,79Ba	19,50Ba	25,46Ca

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha para cada variável não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Maiores conteúdos de P foram observados nas folhas das plantas da cultivar Balboa Yellow, quando se utilizou a solução proposta por Barbosa, enquanto para a cultivar Ávila Blue Rim, não foram observadas diferenças significativas entre as soluções nutritivas avaliadas (Tabela 3). Verifica-se, também, que a cultivar Balboa Yellow apresentou maior conteúdo de P nas folhas em relação às demais, independente da solução nutritiva utilizada, enquanto para as cultivares Echo Champagne e Mariachi Pure White, maiores conteúdos foram observados quando se utilizou a solução proposta por Barbosa. Menores conteúdos foram observados nas folhas da cultivar Ávila Blue Rim, para qualquer solução utilizada.

Quanto aos conteúdos totais, observa-se, pela Tabela 4, que maior conteúdo total de N foi verificado, quando foram utilizadas as soluções Teste e a proposta por Barbosa *et al.* (2000), enquanto para os nutrientes P e K, maiores valores foram verificados quando se utilizou a solução proposta por Barbosa *et al.* (2000). Já, para o Ca, o maior conteúdo total foi observado, quando se utilizou a solução Steiner modificada.

Tabela 4. Valores médios dos conteúdos totais de N, P, K, Ca, em mg planta⁻¹, na parte aérea de plantas de lisianto, cultivado em soluções nutritivas.

Soluções	mg planta ⁻¹			
	N	P	K	Ca
Teste	760,48a	91,37b	1322,43b	80,50b
Steiner	627,02b	83,06b	1061,98b	130,73a
Barbosa	852,90a	123,64a	1852,12a	80,50b

Médias da mesma coluna seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se, na Tabela 5, que o conteúdo total de P foi significativamente superior nas cultivares Balboa Yellow e Ávila Blue Rim, em relação à

cultivar Mariachi Pure White, enquanto os nutrientes K e Ca tiveram comportamento semelhante, sendo os maiores conteúdos totais desses elementos encontrados na cultivar Ávila Blue Rim, em relação à cultivar Mariachi Pure White.

Tabela 5. Valores médios dos conteúdos totais de P, K, Ca, na parte aérea de plantas de lisianto, cultivado em hidroponia.

Cultivares	N	P	K	Ca
	mg planta ⁻¹			
Echo Champagne	562	98,84ab	1470,77ab	90,20ab
Mariachi Pure White	570,6	81,15b	1145,27b	83,02b
Balboa Yellow	551,4	112,05a	1474,62ab	103,33ab
Ávila Blue Rim	556,2	105,34a	1558,05a	113,12a

Médias da mesma coluna seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusão

Quanto às concentrações e conteúdos de nutrientes nas plantas, a solução proposta por Barbosa *et al.* (2000) e a solução Teste promoveram resultados satisfatórios, em sistema de fluxo laminar de nutrientes, enquanto a solução Steiner modificada produziu plantas com limitações nutricionais.

Referências

- ABOU-HADID, A.F. *et al.* Electrical conductivity effect on growth and mineral composition of lettuce plants in hydroponic system. *Acta Hortic.*, The Hague, n. 434, p. 59-66, 1996.
- BARBOSA, J.G. *et al.* Chrysanthemum cultivation in expanded clay: I. Effect of the nitrogen-phosphorus-potassium ratio in the nutrient solution. *J. Plant Nutr.*, New York, v. 23, n. 9, p. 1327-1336, 2000.
- CAMARGO, M.S. *et al.* Crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 143-146, 2004.
- FONTES, P.C.R. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: UFV, 2001.
- FOX, R. Lisianthus: a specialty cut flower. *Practical Hydroponics & Greenhouses*, Australia, n. 40, p. 43-51, 1998.
- HARBAUGH, B.K. *et al.* 'Florida Blue' semi-dwarf

lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.]. *Hortscience*, Alexandria, v. 31, n. 6, p. 1057-1058, 1996.

HARBAUGH, B.K.; WOLTZ, S.S. Eustoma quality is adversely affected by low pH of root medium. *Hortscience*, Alexandria, v. 26, n. 10, p. 1279-1280, 1991.

JONES JUNIOR, J.B. *et al.* *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Georgia: Micro-macro Publishing, 1991.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995.

MARTINEZ, H.E.P. *O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa*. Viçosa: UFV, 2002. (Cadernos didáticos, 1).

NETO, D.A. Fertirrigação de flores no Brasil. In: FOLEGATII, M.V. *et al.* (Ed.). *Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 319-331.

OHKAWA, K.; SASAKI, E. *Eustoma* (Lisianthus): its past, present, and future. *Acta Hortic.*, The Hague, n. 482, p. 423-426, 1999.

OHKAWA, K. *et al.* Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v. 48, p. 171-176, 1991.

OHTA, K. *et al.* Effects of chitosan treatments on seedling growth, chitinase, activity and flower quality in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. 'Kairyoku Wakamurasaki'. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, Ashford, v. 76, n. 5, p. 612-614, 2001.

RESH, H.M. *Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción*. 4. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997.

ROH, M.S. *et al.* Eustoma grandiflorum. In: HALEVY, A.H. (Ed.). *CRC handbook of flowering*. Florida: CRC Press, 1989. v. 6, p. 322-327.

SALVADOR, E.D. *Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais*. 2000. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

Received on July 24, 2007.

Accepted on October 25, 2007.