

Alexandre Sylvio Vieira da Costa<sup>2</sup>  
Natan Fontoura da Silva<sup>2</sup>  
Hermínia Emília Pietro Martinez<sup>2</sup>  
Paulo Cezar Rezende Fontes<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Gomes Pereira<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas em solução nutritiva é utilizado em estudos sobre a nutrição de plantas e na área comercial. Várias são as formulações de soluções nutritivas encontradas no mercado (8). Diferentes espécies vegetais apresentam variações nas suas necessidades nutricionais, devendo haver interação dos elementos e seus efeitos sobre a absorção pelas raízes (7). CANDHIA *et alii* (1) verificaram que o aumento da concentração de nitrato na solução nutritiva reduziu a taxa de absorção e a concentração de outros nutrientes, principalmente em plantas de tomate. Além disso, o excesso de nitrogênio na solução reduziu a produção de matéria seca e a área foliar da planta (11,3). Quando a solução apresentava amônio, a concentração de cobre no caule era bastante diminuída (4). O antagonismo na absorção de íons também foi constatado por JONES *et alii* (6), em trabalhos com plantas de tomate. Os autores verificaram que o fornecimento de amônio através da solução nutritiva causava decréscimo na absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

O cultivo hidropônico comercial de alface vem crescendo muito no

---

<sup>1</sup>Aceito para publicação em 17.06.96.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571.000. Viçosa, MG.

Brasil, mas, em razão do elevado custo dos sais puros utilizados na nutrição das plantas, a tendência será a sua substituição por adubos comerciais que são economicamente mais viáveis. A pesquisa com a utilização de fertilizantes comerciais tem se mostrado promissora. FERREIRA *et alii* (2) demonstraram que os fertilizantes comerciais podem substituir os fertilizantes puros na análise do desenvolvimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em pepino. Por causa do fato de os fertilizantes comerciais apresentarem diversos elementos, como resíduos e impurezas, além da insolubilidade de alguns deles, como os adubos fosfatados, especialmente os superfosfatos, torna-se necessário pesquisar mais criteriosamente um balanço entre estes fertilizantes para a sua utilização em solução nutritiva.

O presente trabalho tem por objetivo testar combinações de solução nutritiva de fertilizantes comerciais em alface, comparando-as com soluções nutritivas de sais puros.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com delineamento experimental inteiramente casualizado, três repetições e oito tratamentos com diferentes soluções nutritivas (Quadro 1).

Nos tratamentos em que aparece a letra A, as concentrações dos elementos corresponderam à solução nutritiva de OS e KUIKEN (9) modificada. Os tratamentos com a letra B corresponderam à solução de SUZUKI *et alii* (12) modificada.

Os números 0, 1 e 2 indicam diferentes maneiras de fornecer o fósforo na forma de superfosfato simples. Nos tratamentos em que aparecem o "0" foi utilizado apenas o sobrenadante da solução de superfosfato simples após a mistura do fertilizante com água e posterior decantação. A complementação periódica do nível de solução nos vasos, nestes tratamentos, no decorrer do desenvolvimento das plantas, foi feita com água deionizada. No "1", antes de colocar no vaso a solução contendo fósforo, esta foi homogeneizada, procurando-se colocar em suspensão o resíduo que estava decantado no fundo do recipiente onde havia sido preparada a mistura do superfosfato simples com a água. Nesses tratamentos, durante o desenvolvimento das plantas, o nível da solução dos vasos foi mantido, colocando-se água deionizada. No "2" foi utilizado o sobrenadante da solução de superfosfato simples, porém o nível da solução nos vasos foi completado, periodicamente, com a mesma solução sobrenadante de superfosfato simples, sem o decantado no fundo do recipiente.

Os tratamentos AT e BT corresponderam às soluções de OS e KUIKEN (9) e SUZUKI *et alii* (12), preparadas com todos os sais puros para análise (testemunhas).

QUADRO 1 - Composição dos tratamentos utilizados no experimento

Fertilizante comercial	Tratamentos*							
	A0	B0	A1	B1	A2	B2	AT	BT
	----- mg/l de solução -----							
Nitrocálcio	205	137	205	137	205	137	-	-
Salitre do Chile	594	457	594	457	594	457	-	-
Superfosf. simples	786	786	786	786	786	786	-	-
Sulfato de potássio	500	400	500	400	500	400	-	-
Sulfato de magnésio	185	284	185	284	185	284	-	-
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	123	246
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	40	-
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	64	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	531	472
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	136	204
KNO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	404	202
KCl	-	-	-	-	-	-	-	37

\* A0, A1, A2 e TA= Solução adaptada de OS e KUIKEN(9) com produtos comerciais e fornecimento de P na forma do sobrenadante de uma solução saturada de superfosfato simples e complementação periódica do nível da solução com água deionizada (A0), solução homogeneizada e complementação com água deionizada (A1), sobrenadante da solução com complementação periódica com o sobrenadante de solução de superfosfato simples (A2) e utilizando todos os sais puros (AT). B0, B1, B2 e BT= Idem, solução de SUZUKI *et alii* (10).

Todas as soluções receberam a mesma concentração de micronutrientes dentro dos limites propostos por STEINER (8): 0,5-2,0 mg/l de Fe; 0,2-2,0 mg/l de Mn; 0,1-0,6 mg/l de Zn; 0,2-0,6 mg/l de B; 0,01-0,06 mg/l de Cu e 0,04-0,06 mg/l de Mo.

A cultura utilizada foi a alface (*Lactuca sativa*), cultivar Babá, cujas sementes foram semeadas em areia e transplantadas 42 dias após a semeadura para os vasos com as soluções nutritivas. Foram colocadas duas plantas por vaso. Cada vaso foi mantido com oito litros de solução nutritiva, aerada, sendo periodicamente completada, de acordo com o tratamento utilizado. O pH foi corrigido com NaOH ou HCl, mantendo-o na faixa de 5,8 a 6,2.

Vinte e dois dias após o transplante para os vasos foi realizada troca das soluções nutritivas e, após 11 dias, colheram-se as plantas.

Imediatamente antes da colheita foi realizada avaliação do aspecto visual das plantas, por meio de notas de 1 a 5, sendo a nota 5 correspondente às plantas de melhor aspecto quanto à cor, ao tamanho das folhas, ao comprimento do caule e ao diâmetro da cabeça. Logo após a colheita foi realizada a pesagem das raízes e da parte aérea do material fresco e, logo após, foram avaliados o número de folhas e a área foliar. Em seguida, o material foi colocado em estufa de ventilação forçada a 65°C até atingir peso constante, sendo pesado para determinação do peso das raízes e da parte aérea secas. Logo após, os materiais foram moídos, digeridos com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e os seus teores de nitrogênio, determinados pelo método de NESSLER (5). Amostras dos materiais foram digeridas com ácido nítrico-perclórico para a determinação dos teores de fósforo por colorimetria; de potássio, por fotometria de chama de cálcio e magnésio; por espectrofotometria de absorção atômica; e de enxofre por turbidimetria.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de alface crescidas em solução nutritiva com fertilizantes comerciais e com sais puros não diferiram significativamente quanto à avaliação da área foliar, do número de folhas, do aspecto visual e das matérias seca e fresca da planta (Quadro 2). Isso evidenciou que os fertilizantes comerciais, mesmo com impurezas e baixa solubilidade, podem substituir os sais puros no cultivo comercial de alface em hidroponia. Estes resultados são importantes, pois o custo da solução com sais puros é mais elevado em relação à utilização dos fertilizantes comerciais. No levantamento realizado, verificou-se que 100 litros das soluções AT custariam U\$14.44 e BT U\$24.00, enquanto as soluções comerciais A custariam U\$0.50 e a B U\$0.46.

A possibilidade de utilização de fertilizantes comerciais como alter-



nativa para o uso de sais puros na cultura do pepino foi mostrada por FERREIRA *et alii* (2). Embora sendo menos concentrada e fornecendo menos nitrogênio, totalmente na forma nítrica, a solução de SUZUKI *et alii* (12) (B), formulada com fertilizantes comerciais, resultou em plantas com aspecto visual relativamente melhor que na solução de OS e KUIKEN (9), importante para a comercialização da alface, cujas folhas são consumidas "in natura". Também para as outras características avaliadas, a solução (B), com fertilizantes comerciais, tendeu a dar melhores resultados (Quadro 3). Ao se observar a composição das soluções nutritivas (Quadro 1), nota-se que praticamente todos os nutrientes no tratamento B se encontram em menor concentração quando comparados aos do tratamento A, com exceção do sulfato de magnésio. A tendência de melhor desenvolvimento das plantas neste tratamento permite supor que a solução nutritiva, apesar de apresentar menor concentração de nutrientes, encontrava-se mais balanceada, promovendo, possivelmente, melhor crescimento das plantas de alface e proporcionando melhor aspecto visual. Observou-se apenas uma tendência do tratamento 2, no qual se realizou o complemento periódico da solução dos vasos, ao longo do desenvolvimento das plantas, utilizando-se o sobrenadante da solução, em ser superior aos demais em relação aos pesos das matérias seca e fresca da parte aérea, da área foliar e ao aspecto visual das plantas (Quadro 3).

Na avaliação da composição das plantas de alface, verificaram-se diferenças significativas entre os tratamentos em praticamente todos os nutrientes avaliados, com exceção do nitrogênio total (Quadro 4). Verificou-se tendência de maiores concentrações de potássio, cálcio e magnésio nas plantas cultivadas com sais puros do que naquelas cultivadas com fertilizantes comerciais, provavelmente em razão do alto teor de sódio presente no salitre utilizado nas soluções de fertilizantes, que interferiu na absorção dos cátions pela planta. O inverso foi verificado para o fósforo e o enxofre.

Observou-se que, enquanto em soluções com fertilizantes comerciais, o pH se reduzia de 6,0 para valores que variavam até 1,5 unidade em dois dias, chegando até pH 4,5; na solução nutritiva AT os valores de pH se reduziam no máximo 0,3 ponto e na solução BT o pH se elevava, atingindo até o valor 6,5. Segundo TISDALE *et alii* (10), a absorção de ânions é incrementada com o decréscimo do pH do meio e a absorção de cátions, com o aumento de pH do meio, confirmando os resultados obtidos com o potássio, cálcio e magnésio nas soluções AT e BT (sais puros).

Apesar de se ter procurado proporcionar semelhantes concentrações dos principais elementos, nos sais puros são encontrados apenas os elementos que se desejam e que vêm especificados em sua fórmula, sendo mais fácil o controle dos nutrientes na solução. Nos fertilizantes comerci-

**QUADRO 3 - Efeito das concentrações dos fertilizantes comerciais (A e B) e as formas de utilização do fertilizante fosfatado (0, 1 e 2) sobre a área foliar, o número de folhas, aspecto visual das plantas e peso das matérias fresca e seca de plantas de alfaca**

Tratamentos	Área foliar (cm <sup>2</sup> /pl.)	Número de folhas	Aspecto visual	Matéria fresca			Matéria seca		
				P. aérea	Raiz	Total	P. aérea	Raiz	Total
A*	3.336	26,1	2,68 b	117,3	3,6	120,9	5,79	0,56	6,46
B	3.478	25,8	3,19 a	124,9	4,0	128,9	6,06	0,58	6,63
Tukey(5%)	ns	ns	0,34	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0	3.280	26,3	2,73	114,6	3,2	117,8	5,68	0,54	6,22
1	3.348	25,1	2,87	118,1	4,1	122,2	5,79	0,61	6,40
2	3.593	26,4	3,20	130,7	3,9	134,6	6,31	0,56	6,87
Tukey (5%)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\* Média por grupo de tratamentos ( A, B, 0, 1 e 2).

QUADRO 4- Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea do alfafa

## Teores de nutrientes

Tratamentos	N	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	S
----- g/100g de matéria seca -----							
A0	6,71	0,81ab	0,94 bc	5,96 c	0,63 b	0,75 b	0,37a
B0	6,54	0,64 b	1,08ab	6,16 c	0,68 b	0,69 b	0,38a
A1	6,68	0,72ab	1,02abc	6,21 c	0,63 b	0,66 b	0,28abc
B1	6,69	0,68ab	1,09ab	6,17 c	0,68 b	0,70 b	0,29abc
A2	6,71	0,66ab	1,04abc	6,12 c	0,64 b	0,66 b	0,30ab
B2	6,38	0,72ab	1,13a	7,21 b	0,61 b	0,76 b	0,33ab
AT	6,04	0,83a	0,93 bc	8,29a	0,79ab	1,03a	0,19 bc
BT	6,01	0,76ab	0,89 c	8,08a	0,88a	1,01a	0,16 c
C.V. %	5,46	8,61	6,00	3,89	9,12	5,61	17,41`
Tukey (5%)	ns	0,18	0,17	0,75	0,18	0,12	0,14

`As médias, seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



ais, dependendo dos materiais utilizados na sua fabricação, existem contaminantes que impedem o controle preciso das concentrações de todos os elementos em solução. O Salitre do Chile, por exemplo, apresenta o nitrato de sódio como componente básico, mas contém elementos como iodo, boro, dentre outros. O superfosfato simples é composto por fosfato monocálcico, apresentando como substância acompanhante o sulfato de cálcio.

#### 4. CONCLUSÕES

a) Os fertilizantes comerciais podem substituir os sais puros de forma satisfatória e com menor custo para a cultura comercial de alface.

b) A reposição do nível de solução nos vasos com o sobrenadante de uma solução contendo superfosfato simples, comparada à reposição com água deionizada, tendeu a promover melhor crescimento da alface.

c) As tendências nas diferenças de concentrações dos elementos minerais na alface ocorreram provavelmente em razão das diferenças na solubilidade dos elementos na solução e de seus diferentes níveis de pureza.

d) Diferentes soluções acarretaram diferentes concentrações dos elementos minerais nas plantas de alface.

e) O superfosfato simples substituiu satisfatoriamente o  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  p. a. nas soluções nutritivas testadas.

#### 5. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar efeitos de diferentes soluções nutritivas de sais puros e de soluções nutritivas de fertilizantes comerciais com diferentes formas de utilização destas soluções no desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa*), cultivar Babá. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos com oito litros de solução e duas plantas por vaso. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso, com oito tratamentos e três repetições. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos, mas ocorreu tendência de o fornecimento de solução sobrenadante de superfosfato simples, ao longo do crescimento vegetativo da cultura, promover melhor desenvolvimento das plantas. Na concentração de nutrientes na matéria seca ocorreu acúmulo diferenciado de acordo com o produto usado nas formulações. Soluções preparadas com sais puros forneceram plantas com maiores teores de cálcio, magnésio e potássio que as preparadas com fertilizantes comerciais. Plantas cultivadas em solução de fertilizantes comerciais apresentaram maior concentração de fósforo e enxofre. De modo geral, as soluções

de fertilizantes comerciais mostraram-se capazes de substituir as soluções de sais puros, que apresentam um custo mais elevado. O trabalho mostrou ser possível o uso de superfosfato simples em cultivo hidropônico de alface.

## 6. SUMMARY

### (USE OF COMMERCIAL FERTILIZER IN THE HYDROPONIC CULTIVATION OF LETTUCE)

The objective of this paper was to compare different nutrient solutions, prepared from pure analytical grade salts and from commercial fertilizers, to different ways of using these solutions and their effects on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) of the Babá cultivar. The assays were conducted in a greenhouse, using eight liter vessels and two lettuce plants per vessel. Eight treatments and three replicates in a completely randomized design were applied. No significant differences were observed among the treatments. However, a tendency for better development during the vegetative growth was observed when the supernatant of a solution of ordinary superphosphate was applied to the culture. A differentiated accumulation in the concentration of the dry matter nutrients occurred based on the product used in the formulations. Solutions prepared from the analytical grade salts produced plants with higher contents of calcium, magnesium and potassium than solutions prepared from commercial fertilizers. Plants cultivated in commercial fertilizer solutions exhibited higher concentrations of phosphorus and sulphur. In general, solutions made from commercial fertilizers could substitute those prepared from pure salts, which are more expensive. This paper showed that it is possible to use ordinary superphosphate in hydroponic cultivation of lettuce.

## 7. LITERATURA CITADA

1. CANDHIA, C.; SARRO, M. J.; PENALOSA, J. M.; CARPENA RUIZ, R.O. & ZORNOZA, P. Effects of different concentrations on the growth and chemical composition of tomato plants grown hydroponically. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 45: 1033-1048, 1986.
2. FERREIRA, F. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; GOMES, J. M. & THOMAZELLI, L. F. Substituição de sais puros por fertilizantes comerciais em soluções nutritivas utilizadas para o crescimento de plantas de pepino. *Horticultura Brasileira*, 10: 23-25, 1992.
3. FONTES, P. C. R.; GOMES, J. M.; PEREIRA, P. R. G. & MARTINEZ, H. E. P. Nível crítico de N-NO<sub>3</sub> em pecíolos de tomateiro extraído por diferentes métodos. *Horticultura Brasileira*, 13: 11-13, 1995.

4. GEORGIEV, K. T.; KOVACHEVA, T. I.; TOMA, S. I. & VELIKSAR, G. Effects of nitrogen sources on trace element content in young sunflower plants. *Fiziol. Rast.*, 12: 48-56, 1986.
5. JACSON, M. L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc., 1958. 498p.
6. JONES, J.; ZORNOZA, P. & CARPENA, O. Effects of nitrate/ammonium ratio on mineral composition of tomato and pepper plants grown under controlled condition. *Anales Edafologia y Agrobiologia*. 46: 941-950, 1987.
7. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípio e aplicações*. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1989. 201p.
8. MARTINEZ, H. E. P. *O cultivo hidropônico da alface (Lactuca sativa L.)*. In: Casali, V. W. D. (coord.). Viçosa, Univ. Fed., 1988. Vol.15, p.74-111.
9. OS, E. A. & Van KUIKEN, J. C. J. Mechanisation of lettuce growing in nutrient film technique. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6th, Lunteren, 1984. Proceedings... Lunteren, 1984. p. 483-492.
10. TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. & BEATON, J. O. *Soil fertility and fertilizers*. New York, Macmillan Publishing Company, 1984. 754p.
11. SAMPAIO, R. A.; FREITAS, J. A.; YUPANQUI, F. F. R.; FONTES, P. C. R.; MARTINEZ, H. E. P. & PEREIRA, P. R. G. Níveis críticos de N-NO<sub>3</sub> e N-orgânico em pecíolos de tomateiro extraído por diferentes métodos. *Revista Ceres*, 42: 444-452, 1995.
12. SUZUKI, Y.; SHINDARA, Y.; SHIBUYA, M. & IKEDA, H. Recent development of hydroponics in Japan. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6th, Lunteren, 1984. Proceedings... Lunteren, 1984. p. 661-672.