

## **TEORES E ACÚMULOS DE NUTRIENTES NA ALFACE FERTIRRIGADA COM DIFERENTES DOSES DE ÁCIDO FOSFÓRICO E HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO**

**A. C. F., Deus<sup>(1)</sup>; C. D. O., Costa<sup>(2)</sup>; L. C., Foratto<sup>(3)</sup>; L. S., Carribeiro<sup>(2)</sup>; D. M.,  
Fernandes<sup>(4)</sup>.**

**RESUMO** A aplicação de nutrientes é necessária para manter o rendimento da cultura, e pode ser feita por fertirrigação que permite maior flexibilidade no emprego de fertilizantes, e possibilita manter um nível adequado de nutrientes no solo durante todo o ciclo vegetativo da cultura da alface. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses de ácido fosfórico e hidróxido de potássio aplicadas via fertirrigação comparando-o com a adubação convencional na nutrição mineral e acúmulo de nutrientes da alface americana. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrônômicas, campus de Botucatu/UNESP. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constituíram-se de combinações entre doses de fósforo e doses de potássio, aplicadas via fertirrigação e uma testemunha com aplicação na forma convencional. Após as plantas atingirem o ponto comercial, determinou-se o teor e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Os tratamentos influenciaram o teor e acúmulo dos nutrientes, com superioridade da aplicação da dose completa via fertirrigação quando comparados com a adubação convencional nos teores de P, K e Mg e no acúmulo de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn e Zn.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Latuca sativa* L., fósforo, potássio.

## **TENORS AND ACCUMULATIONS OF NUTRIENTS IN THE CRISPHEAD LETTUCE FERTIGATION WITH PHOSPHORIC ACID AND POTASSIUM HYDROXIDE**

<sup>(1)</sup> Mestranda em Agronomia do PPG em Agricultura, Departamento de Recursos Naturais Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP, CEP 18610-307. Bolsista Fapesp E-mail: [angeldeys@yahoo.com.br](mailto:angeldeys@yahoo.com.br)

<sup>(2)</sup> Mestranda em Agronomia, do PPG em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Bolsista Capes.

<sup>(3)</sup> Doutoranda em Agronomia, do PPG em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Bolsista CNPq.

<sup>(4)</sup> Professor Doutor Bolsista CNPq, Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

**ABSTRACT:** The application of nutrients is necessary to maintain the income of the culture, and it can be done by fertigation that allows larger flexibility in the use of fertilizers, and it makes possible to maintain an appropriate level of nutrients in the soil during the whole vegetative cycle of the culture of the lettuce. The objective of the work was to verify the effect of different phosphoric and potassium levels through fertigation comparing with the conventional manuring in the mineral nutrition and accumulation of nutrients in the crisphead lettuce. The experiment was driven greenhouse, in University of Agronomic Sciences, campus of Botucatu/UNESP. The experimental drawing was in blocks at random with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments were constituted of three phosphoric levels (100%, 50% and 25%) and three potassium levels (100%, 50% and 25%). After the plants they reach the commercial point, was determined the tenor and accumulate of N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn. The treatments influenced the tenor and accumulate of the nutrients, with superiority of the application of the complete level saw fertigation when compared with the conventional manuring in the tenors of P, K and Mg and in the accumulate of P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn and Zn.

**KEYWORDS:** *Latuca sativa* L., located irrigation, manuring.

## INTRODUÇÃO

A alface (*Latuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais cultivada atualmente, sendo oportuno o desenvolvimento e o aprimoramento de técnicas que possam resultar em incrementos de produtividade. Das varias técnicas de produção na agricultura, a fertirrigação destaca-se como uma opção de investimento com retorno rápido, pois, permite a aplicação fracionada dos nutrientes, com redução da lixiviação e melhor distribuição dos nutrientes no perfil do solo.

O fósforo trata-se de um elemento pouco móvel e altamente adsorvido pelo solo, sendo assim recomendada a fertirrigação. Porém, em razão dessa baixa mobilidade no solo, do baixo risco de lixiviação, do maior custo das fontes solúveis e do risco potencial de precipitação e entupimento dos gotejadores, a aplicação de fósforo via gotejamento não tem sido recomendada.

Para evitar esse problema, alguns autores recomendam a utilização do ácido fosfórico, que causa redução no pH da água, e por isso, está menos sujeito a reações químicas que

formariam outros compostos, os quais poderiam precipitar e causar entupimentos SILVA & MAROUELLI (2001). Contudo, devido as reações que ocorrem na solução do solo com a aplicação do ácido fosfórico, ZANINI et al., 2007 relataram acidificação do solo no bulbo molhado.

Partindo do princípio que a aplicação de hidróxido de potássio corrigiria a acidez do solo causada pela aplicação do ácido fosfórico e ainda serviria como fonte de K, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes doses de ácido fosfórico e o hidróxido de potássio via fertirrigação comparando-o com a adubação convencional na nutrição mineral e acúmulo de nutrientes da alface americana.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Recursos Naturais – Área Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas, campus de Botucatu/UNESP.

O solo utilizado classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura franco arenoso EMBRAPA (1999), foi coletado na camada arável de 0 – 0,20m, apresentando as seguintes características químicas RAIJ et al., (2001): pH (CaCl<sub>2</sub>), 4,2; M.O., 18 g dm<sup>-3</sup>; P resina, 4 mg dm<sup>-3</sup>; H+AL, K, Ca, Mg e CTC de 39; 2,2; 9; 3 e 54,2 e V de 27%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas, tendo cada parcela duas plantas. Os tratamentos constituíram-se de três doses de fósforo (100%, 50% e 25%) e três doses de potássio (100%, 50% e 25%), de acordo com a recomendação para a alface RAIJ et al., (1996), aplicados em fertirrigação. Constituindo em tratamento 1: dose completa- convencional; tratamento 2: dose completa-fertirrigação; tratamento 3: 50% da dose para P e K; tratamento 4: 25% da dose para P e K; tratamento 5: 50% da dose de P e 25% da dose de K; tratamento 6: 25% da dose de P e 50% da dose de K.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade de 8 kg de solo.

A calagem, realizada com 30 dias de antecedência ao transplântio, constou de aproximadamente 6,81 t/ha (27,24 g/vaso) de calcário dolomítico (PRNT 91,5 %), de acordo com a análise química do solo e com a recomendação de se elevar a um valor de 80% a saturação por bases (V%) do solo RAIJ et al., (1996).

A adubação de cobertura foi realizada via fertirrigação e parcelada em 3 aplicações, sendo estas realizadas aos 15, 22 e 29 dias após o transplântio. A cultura utilizada foi a alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar americana.

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com garrafas pets e emissores acoplado as tampas regulados para uma vazão constante. O turno de irrigação foi variado em função da umidade do solo, cuja leitura foi realizada com a utilização de tensiômetros, conforme a equação:  $\Psi M = (-12,6H + hc + Z).0,981$ . Determinou-se que a irrigação fosse realizada quando o solo apresentasse potencial matricial próximo de -30 kPa.

Após as plantas atingirem o ponto comercial, 35 dias após o transplântio, realizou-se a colheita. A parte aérea foi cortada rente ao solo, lavada e levada à estufa a 65 °C até obtenção de massa constante. Posteriormente, a parte aérea foi moída e submetida à análise para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo a metodologia proposta por MALAVOLTA et al., (1997). Os nutrientes acumulados na parte aérea foram calculados multiplicando-se a matéria seca da parte aérea pelo teor do nutriente.

Os dados foram analisados estatisticamente, pelo programa Sisvar FERREIRA (1999), submetendo-os a análise de variância e aplicando o teste F.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como já esperado a aplicação de ácido fosfórico não causou entupimento dos gotejadores, e mesmo com a dose máxima não se teve problemas com a acidificação do bulbo, o pH do solo manteve-se ao redor de 5,5.

Os tratamentos influenciaram significativamente os teores de N, P, K, Mg (Tabela 1). O teor de P foi maior com o tratamento 2 (dose completa via fertirrigação), seguido do tratamento 5 em que aplicou-se apenas 50 % da dose recomendada de P, isto mostra que a redução da dose quando realizada via fertirrigação de forma fracionada não trouxe prejuízo a cultura da alface e a aplicação via fertirrigação teve melhor eficiência em relação a adubação via solo para este nutriente.

Para o teor de K a aplicação da dose completa (tratamentos 1 e 2), mostrou-se superior aos demais tratamentos. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre o modo de aplicação o tratamento 2 (dose completa – fertirrigação) promoveu o maior teor de K na parte aérea da alface (Tabela 1). A aplicação das menores doses de hidróxido de potássio (tratamentos 3, 4, 5 e 6) não diferiram significativamente entre si para o teor de potássio na

parte aérea da alface, ficando estes abaixo dos valores adequados para a cultura RAIJ et al., (1996).

Tabela 1. Teores médios de nutrientes na parte aérea de plantas de alface em função de doses de hidróxido de potássio e ácido fosfórico.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
1	46,75 ab	5,83 b	64,75 a	10,25 <sup>ns</sup>	6,09 b	3,18 <sup>ns</sup>	6,13 <sup>ns</sup>	191,50 <sup>ns</sup>	93,63 a	21,25 <sup>ns</sup>	27,00 <sup>ns</sup>
2	43,88 b	7,94 a	51,38 a	12,00 <sup>ns</sup>	8,21 a	3,10 <sup>ns</sup>	5,25 <sup>ns</sup>	226,25 <sup>ns</sup>	68,63 b	21,13 <sup>ns</sup>	25,00 <sup>ns</sup>
3	46,00 ab	6,05 b	33,75 b	12,13 <sup>ns</sup>	7,88 a	2,93 <sup>ns</sup>	5,63 <sup>ns</sup>	189,25 <sup>ns</sup>	69,00 b	16,00 <sup>ns</sup>	23,88 <sup>ns</sup>
4	47,38 ab	5,65 b	23,38 b	12,00 <sup>ns</sup>	8,35 a	2,90 <sup>ns</sup>	4,50 <sup>ns</sup>	191,13 <sup>ns</sup>	56,50 b	18,00 <sup>ns</sup>	25,88 <sup>ns</sup>
5	47,00 ab	6,19 ab	21,25 b	11,63 <sup>ns</sup>	8,44 a	3,08 <sup>ns</sup>	6,25 <sup>ns</sup>	188,38 <sup>ns</sup>	61,88 b	18,00 <sup>ns</sup>	26,75 <sup>ns</sup>
6	48,63 a	5,21 b	31,88 b	10,75 <sup>ns</sup>	6,95 ab	3,04 <sup>ns</sup>	4,63 <sup>ns</sup>	226,13 <sup>ns</sup>	54,50 b	19,75 <sup>ns</sup>	23,63 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,67	19,61	29,86	13,72	15,41	8,61	21,55	30,66	19,03	18,97	23,72

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade. ns - não significativo

No caso dos micronutrientes, apenas o Mn foi influenciado significativamente pelos tratamentos e se encontra dentro dos valores adequados para a alface RAIJ et al., (1996).

Em termos de acúmulo de nutrientes na parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos para os nutrientes N e Cu. Para os demais nutrientes, houve variação, observando-se que o tratamento 2 (fertirrigação) diferiu dos demais tratamentos e foi o que promoveu maior acúmulo para todos os nutrientes (Tabela 2).

Tabela 2. Acúmulo médio de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de alface em função de doses de hidróxido de potássio e ácido fosfórico.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
1	212,99 <sup>ns</sup>	26,16 b	287,58 ab	44,88 b	27,05 b	14,51 b	0,03 <sup>ns</sup>	0,86 b	0,42 ab	0,09 b	0,12 b
2	303,31 <sup>ns</sup>	54,36 a	346,19 a	82,09 a	56,76 a	21,15 a	0,04 <sup>ns</sup>	1,56 b	0,46 a	0,15 a	0,16 a
3	239,43 <sup>ns</sup>	31,54 b	183,06 bc	63,89 b	41,45 b	15,34 b	0,03 <sup>ns</sup>	0,93 b	0,35 abc	0,09 b	0,12 b
4	217,25 <sup>ns</sup>	26,05 b	106,30 c	54,73 b	38,38 b	13,28 b	0,02 <sup>ns</sup>	0,86 b	0,25 c	0,08 b	0,12 b
5	218,99 <sup>ns</sup>	29,02 b	98,87 c	55,30 b	40,42 b	14,44 b	0,03 <sup>ns</sup>	0,87 b	0,30 abc	0,09 b	0,12 b
6	246,98 <sup>ns</sup>	26,09 b	161,74 bc	55,07 b	35,62 b	15,43 b	0,03 <sup>ns</sup>	1,12 ab	0,28 ab	0,10 ab	0,12 b
CV (%)	28,21	31,22	43,05	31,35	32,93	29,52	39,47	39,85	32,08	29,67	22,88

ns - não significativo. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade.

O potássio foi o nutriente acumulado em maior quantidade pela alface, semelhantemente, ao observado por GRANGEIRO et al., (2006), entretanto, a fertirrigação

promoveu maior acúmulo deste nutriente apenas quando aplicou-se dose completa. Ao reduzir a dose o acúmulo foi inferior ao encontrado pela adubação via solo. Já para o acúmulo de Ca, Mg, S, Zn e B verifica-se que a redução da dose de P e K não diferiram da aplicação da dose completa via solo.

## CONCLUSÕES

- Os teores de P, K e Mg na parte aérea da alface foram maiores quando realizou-se fertirrigação;
- A fertirrigação promoveu maior acúmulo de nutrientes na parte aérea da alface do que a adubação convencional.

## REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA- **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análises estatísticas. Versão 4.3**. Lavras: UFLA, 1999.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R. da; MEDEIROS, M. A. de; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z. de; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L. de. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 190-194, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. 319p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo, 1996. 285p.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Fertirrigação em hortaliças. **ITEM**, Brasília, DF, v. 52, p.45-48, 2001.

ZANINI, J. R.; BARRETO, A. K. G.; FORATTO, L. C.; NATALE, W. Distribuição de fósforo no bulbo molhado, aplicado via fertirrigação por gotejamento com ácido fosfórico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.27, n.1, p.180-193, 2007.