

## **Acúmulo de nutrientes em sementes de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo**

Bárbara Rodrigues de Quadros<sup>1</sup>, Felipe Oliveira Magro<sup>1</sup>, Carla Verônica Corrêa<sup>1</sup> e Antonio Ismael Inácio Cardoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Produção Vegetal, Setor Horticultura – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista/UNESP – Rua José Barbosa de Barros, 1780 – Lageado – Cx. P. 237 – 18610-307 – Botucatu, SP.

barbaraunesp@yahoo.com.br, felipe\_magro@yahoo.com.br, cvcorrea@fca.unesp.br, ismaeldh@fca.unesp.br

**Resumo:** Este trabalho foi conduzido em São Manuel/SP, com o objetivo de avaliar a influência de doses de composto orgânico com e sem fósforo adicionado ao solo, no acúmulo de nutrientes em sementes de alface crespa cultivar Verônica. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com dez tratamentos (0; 20; 40; 60; 80 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, com e sem 400 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e quatro repetições. Foi avaliado o acúmulo de nutrientes (macro e micro) pelas sementes. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados pelas sementes foi: nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre > ferro > manganês > zinco > boro > cobre. O maior acúmulo de todos os macronutrientes foi nos tratamentos com aplicação de fósforo no solo, enquanto a matéria orgânica afetou apenas o acúmulo de magnésio.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, adubação fosfatada e adubação orgânica.

### **Accumulation of nutrients in lettuce seeds in function of organic levels with and without phosphorus added in soil**

**Abstract:** This study was conducted out in São Manuel, SP, in order to evaluate levels of organic compost, with and without phosphorus added to soil in accumulation of nutrient in lettuce seeds cultivar Verônica. The experimental design was randomized blocks with ten treatments (0, 20, 40, 60, 80 t ha<sup>-1</sup> organic compost with and without 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> added in soil) and four replicates. Accumulation of nutrients (macro and micro) in seeds were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and regression. The order of nutrient uptake by seeds was: nitrogen> phosphorus> potassium> calcium> magnesium> Sulfur> iron> manganese> zinc> boron> copper. The greatest accumulation of all macronutrients was in treatment with phosphorus in the soil, while organic materials only affected the accumulation of magnesium.

**Key words:** *Lactuca sativa*, fertilization and organic fertilization.

### **Introdução**

Embora existam estudos sobre nutrição e recomendações de adubação para o cultivo comercial de alface e de outras hortaliças, raramente se encontram trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes nas sementes. As quantidades de nutrientes utilizadas podem ser

diferentes daquelas empregadas para a produção comercial, uma vez que a cultura apresenta um ciclo de desenvolvimento maior, formação de novas estruturas, flores, frutos e sementes, e provavelmente, uma extração de nutrientes maior em relação ao cultivo comercial. Carvalho & Nakagawa (2000) ressaltam que no início da fase reprodutiva a exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas.

A matéria orgânica é uma grande fonte de nutrientes para a planta, além do papel que esta exerce nas propriedades físicas e biológicas do solo. Os nutrientes presentes em adubos orgânicos, principalmente o nitrogênio e o fósforo, possuem uma liberação mais lenta quando comparados com adubos minerais, pois depende da mineralização da matéria orgânica, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo, o que muitas vezes favorece um melhor aproveitamento (Raij *et al.*, 1997).

O fósforo é constituinte de ácidos nucleicos, fosfolipídios, estando envolvido também na regulação da fotossíntese e respiração. Ele desempenha função essencial no metabolismo energético, fazendo parte das moléculas de ATP, ADP, AMP, GTP, UTP, CTP e pirofosfato (Pereira & Fontes, 2005). Em quantidades adequadas, estimula o desenvolvimento radicular. É essencial para a boa formação de sementes e frutos e seu suprimento adequado, desde o início do desenvolvimento vegetativo, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas (Malavolta, 1980; Raij, 1991).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de doses de composto orgânico, com e sem fósforo adicionado ao solo, no acúmulo de nutrientes em sementes de alface.

### **Material e métodos**

O experimento foi desenvolvido de janeiro a julho de 2009 na Fazenda Experimental São Manuel, no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste e altitude de 740m.

As plantas foram conduzidas no interior de estruturas de cultivo protegido não climatizadas, tipo arco, com 20m de comprimento, largura de 7m e pé direito de 1,8m, que permaneceram com as laterais abertas.

O solo utilizado no experimento foi classificado por Espíndola *et al.* (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema

Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999) como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. A análise química do solo indicou: pH em  $\text{CaCl}_2 = 4,2$ ; M.O. =  $4 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} = 20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 0,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; P resina =  $3 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; SB =  $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; CTC =  $23 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{V}\% = 12$ .

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com dez tratamentos em esquema fatorial  $5 \times 2$  (cinco doses de composto orgânico x com e sem adição de fósforo ao solo) e quatro repetições, com seis plantas por parcela, sendo quatro úteis.

Em razão do maior ciclo e da produção de sementes, que geralmente resulta em maior extração de nutrientes, a maioria das doses de composto orgânico utilizadas foi maior que a dose recomendada por Raij *et al.* (1997) para a produção de alface, que resultaram nos seguintes tratamentos: T0: tratamento sem composto orgânico; T20 (130g/vaso): dose recomendada ( $20 \text{ t ha}^{-1}$ ); T40 (260 g/vaso): o dobro da dose recomendada ( $40 \text{ t ha}^{-1}$ ); T60 (390 g/vaso): três vezes a dose recomendada ( $60 \text{ t ha}^{-1}$ ); T80 (520 g/vaso): quatro vezes a dose recomendada ( $80 \text{ t ha}^{-1}$ ); T0 + P: tratamento sem composto orgânico +  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; T20 + P: dose recomendada +  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; T40 + P: o dobro da dose recomendada +  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; T60 + P: três vezes a dose recomendada +  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; T80 + P: quatro vezes a dose recomendada +  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

A decisão de se utilizar o fósforo na dose de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  foi pelo baixo teor deste elemento no solo e pelos resultados obtidos por Kano (2006) que relatou a necessidade de grande quantidade de fósforo neste solo para a produção de sementes de alface.

Utilizou-se o composto orgânico da marca comercial Biomix<sup>®</sup> e a análise química deste indicou valor de pH de 7,96 e os valores de MO; N;  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;  $\text{K}_2\text{O}$ ; Ca; Mg e de S expressos em % respectivamente de: 40; 0,72; 0,27; 0,33; 9,15; 0,19 e 0,16. A relação C/N foi de 31 e a umidade do composto foi de 54,5. Os valores para os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$ , foram iguais a 150; 7400; 158 e 270; respectivamente.

Foi feita a correção da acidez do solo 50 dias antes do transplante das mudas, de modo a elevar a saturação por bases a 80% e a adubação de plantio consistiu no fornecimento de 6,5 gramas de superfosfato triplo nos tratamentos com fósforo por vaso, além do composto orgânico conforme os tratamentos. Não foi feita adubação de plantio e de cobertura com nitrogênio e potássio.

Foi utilizada a cultivar de alface tipo crespa 'Verônica' (Sakata Seed Sudamerica Ltda.). A semeadura foi realizada no dia 08/01/2009 e as mudas foram transplantadas em 11/02/2009 para vasos de plástico com capacidade de 13 litros, sendo cultivada uma planta

por vaso, com espaçamento entre linhas de 1,0m e 0,5m entre plantas (centro a centro dos vasos).

. A irrigação foi realizada durante todo ciclo da cultura, ou seja, até o fim da colheita das sementes, através de gotejadores instalados individualmente nos vasos por um tempo suficiente para proporcionar a formação de uma faixa molhada na profundidade do vaso. A colheita das sementes foi parcelada e realizada manualmente, iniciando aos 64 dias após o transplante nos tratamentos com a presença de fósforo e aos 114 DAT nos tratamentos sem a presença de fósforo e finalizando aos 128 DAT nos tratamentos com a presença de fósforo e aos 147 DAT nos tratamentos sem a presença de fósforo.

As sementes, assim que colhidas, foram levadas para câmara seca a 40% de umidade relativa e à temperatura de 20°C, para melhor conservação até o término da colheita, podendo então iniciar a limpeza manual das mesmas em uma única vez. As sementes foram submetidas a beneficiamento para retirada das chochas e danificadas, através de um aparelho separador de sementes por densidade (modelo 'De Leo Tipo 1', calibrado em uma abertura correspondente a 15 % da área da saída do ar), obtendo-se assim, as sementes classificadas.

As sementes foram levadas ao Laboratório de Análise Química de Plantas do Departamento de Recursos Naturais da UNESP/Botucatu para obtenção do teor de nutrientes nas sementes.

Cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. A digestão sulfúrica e a digestão por via seca foram utilizadas para a obtenção do extrato visando à determinação de N e B, respectivamente. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), conforme metodologias apresentadas por Malavolta *et al.* (1997).

A partir das análises químicas foram obtidos os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg<sup>-1</sup> e de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mg kg<sup>-1</sup>. A quantidade dos nutrientes extraídos foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa de matéria seca da amostra das sementes obtidas em cada parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial 5x2 (cinco doses de composto orgânico x com e sem adição de fósforo ao solo) e foi realizada a análise de regressão para verificar o efeito das doses de composto orgânico, separadamente com e sem fósforo adicionado ao solo, nas características avaliadas.

### Resultados e discussão

Não houve interação significativa entre os fatores (composto orgânico e fósforo). Observou-se maior acúmulo de macronutrientes nas sementes de alface nos tratamentos com aplicação de fósforo (Tabela 1). A quantidade de nitrogênio é cerca de quatro vezes superior, fósforo seis vezes, potássio, cálcio e magnésio são cinco vezes e enxofre três vezes superior no tratamento com fósforo em comparação a ausência deste.

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram nas quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre encontrados nas sementes, no entanto, afetaram a quantidade de magnésio (Tabela 2). O acúmulo de magnésio ajustou-se ao modelo quadrático de regressão com máximo acúmulo estimado em 56,52 e 13,89 mg planta<sup>-1</sup> com as doses de 46,09 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico com fósforo e 44,28 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico sem fósforo aplicado ao solo (Figura 1).

A ordem decrescente média da quantidade dos macronutrientes acumulados nas sementes foi: nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre. Ressalta-se que essa ordem foi a mesma para todos os tratamentos avaliados. Kano (2006) ao avaliar doses de fósforo no acúmulo de macronutrientes pelas sementes de alface obteve a seguinte ordem: nitrogênio > fósforo > potássio > magnésio > cálcio > enxofre, ou seja, muito semelhante a este trabalho, apenas com a inversão do cálcio com o magnésio. Magro *et al.* (2010), ao avaliarem doses de composto orgânico no acúmulo de macronutrientes pelas sementes de brócolis, obtiveram a seguinte ordem: nitrogênio > enxofre > fósforo > potássio > cálcio > magnésio. Destaca-se como principal diferença entre as ordens, o enxofre como segundo nutriente mais acumulado pelas sementes de brócolis. Provavelmente este fato se deva a maior exigência desse nutriente para as brássicas, que retiram do solo quantidades mais substanciais de enxofre em relação a outros macronutrientes (Filgueira, 2005). Assim, o enxofre nas sementes dessa brássica foi muito mais acumulado que nas sementes de alface.

O cálcio foi relativamente pouco acumulado nas sementes, provavelmente, por ser um elemento pouco móvel dentro da planta e, segundo Kano (2006), seu acúmulo na semente deve ter ocorrido apenas por absorção e transporte durante a maturação das sementes, sem redistribuição das folhas em senescência.

**Tabela 1** - Quantidade acumulada de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) obtidos nas sementes de alface em função de tratamentos com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

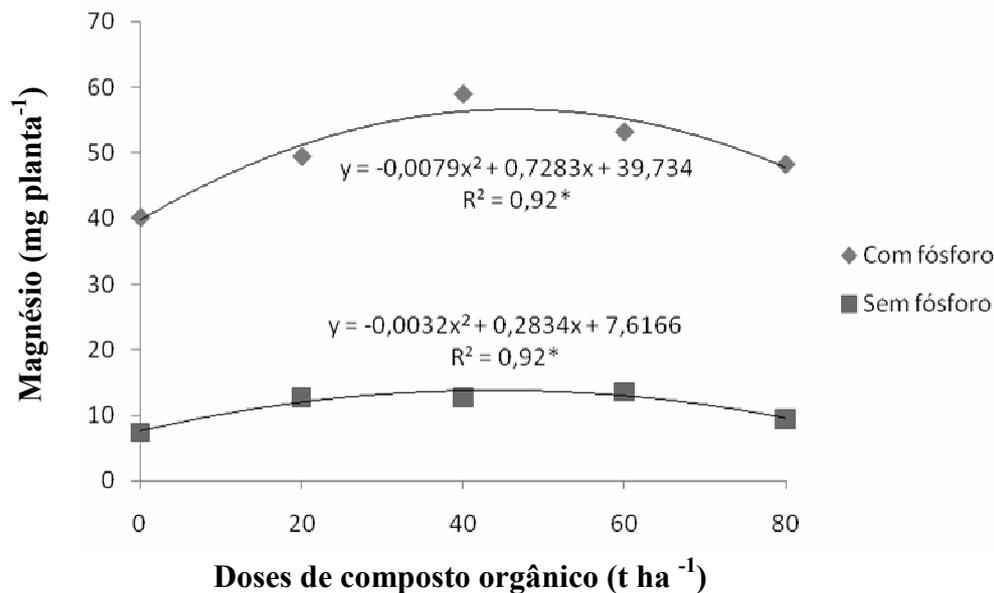
Tratamento ( $\text{kg ha}^{-1}\text{P}_2\text{O}_5$ )	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- $\text{mg planta}^{-1}$ -----					
Com fósforo	639,62 a	106,42 a	96,88 a	54,65 a	50,02 a	26,19 a
Sem fósforo	172,11 b	18,62 b	20,45 b	11,63 b	11,19 b	9,13 b
CV(%)	20,45	22,63	23,14	26,15	23,80	22,47

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** - Quantidade acumulada de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) obtidos nas sementes de alface, em função de doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento ( $\text{t ha}^{-1}$ de composto)	N	P	K	Ca	Mg*	S
	----- $\text{mg planta}^{-1}$ -----					
T0	382,36 a	59,10 a	51,23 a	30,79 a	23,77	16,38 a
T20	415,64 a	61,39 a	57,14 a	33,81 a	31,12	18,43 a
T40	464,17 a	71,55 a	65,93 a	35,65 a	35,86	19,27 a
T60	422,23 a	63,82 a	61,37 a	36,18 a	33,43	19,31 a
T80	344,93 a	56,76 a	57,66 a	30,28 a	28,86	14,91 a
CV(%)	20,45	22,63	23,14	26,15	23,80	22,47

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* = significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.



**Figura 1** - Quantidade acumulada de magnésio nas sementes de alface em função das doses de composto orgânico, com e sem aplicação de fósforo no solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Também não houve interação significativa entre os fatores (composto orgânico e fósforo) para o acúmulo de micronutrientes. Observou-se maior acúmulo de micronutrientes nas sementes nos tratamentos com aplicação de fósforo (Tabela 3). A quantidade de cobre e zinco são duas vezes superior e boro, ferro e manganês são cerca de quatro vezes superiores com aplicação de fósforo.

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram as quantidades de boro, cobre, ferro e manganês encontrados nas sementes, no entanto, afetaram a quantidade de zinco (Tabela 4).

O acúmulo de zinco ajustou-se ao modelo quadrático de regressão com máximo acúmulo estimado em 0,95 e 0,50 mg planta<sup>-1</sup> com as doses de 80 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico com fósforo e 48,33 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico sem fósforo aplicado ao solo (Figura 2).

A ordem decrescente média da quantidade dos micronutrientes acumulados nas sementes foi: ferro > manganês > zinco > boro > cobre. Ressalta-se que essa ordem foi a mesma para todos os tratamentos avaliados. Kano (2006), ao avaliar doses de fósforo no acúmulo de micronutrientes pelas sementes de alface, obteve a seguinte ordem: ferro > zinco > manganês > cobre > boro. As diferenças entre ambas as ordens foram inversões no acúmulo entre manganês e zinco e entre boro e cobre, provavelmente por diferenças na quantidade destes nutrientes disponíveis nos solos utilizados. Magro *et al.* (2010) ao avaliarem doses de

composto orgânico no acúmulo de micronutrientes pelas sementes de brócolis obtiveram a seguinte ordem: ferro > zinco > manganês > boro > cobre.

**Tabela 3** - Quantidade acumulada de boro, cobre, ferro, manganês e zinco ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) obtidos nas sementes de alface em função de tratamentos com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

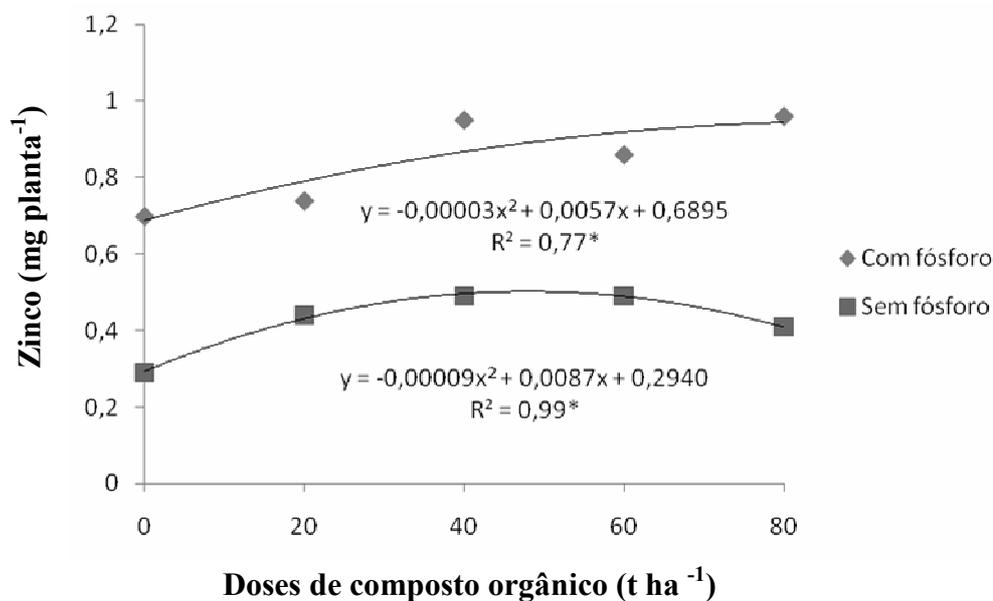
Tratamento ( $\text{kg ha}^{-1}\text{P}_2\text{O}_5$ )	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- $\text{mg planta}^{-1}$ -----					
Com fósforo	0,70 a	0,90 a	8,86 a	1,48 a	0,84 a
Sem fósforo	0,17 b	0,40 b	2,12 b	0,37 b	0,42 b
CV(%)	26,48	24,01	26,03	25,95	23,45

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** - Quantidade acumulada de boro, cobre, ferro, manganês e zinco ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) obtidos nas sementes de alface em função de doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento ( $\text{t ha}^{-1}$ de composto)	B	Cu	Fe	Mn	Zn*
----- $\text{mg planta}^{-1}$ -----					
T0	0,43 a	0,71 a	6,62 a	1,04 a	0,50
T20	0,51 a	0,66 a	5,54 a	1,14 a	0,59
T40	0,46 a	0,65 a	5,07 a	0,86 a	0,72
T60	0,38 a	0,67 a	5,87 a	0,86 a	0,68
T80	0,42 a	0,56 a	4,34 a	0,71 a	0,68
CV(%)	26,48	24,01	26,03	25,95	23,45

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.



**Figura 2** - Quantidade acumulada de zinco nas sementes de alface em função das doses de composto orgânico, com e sem aplicação de fósforo no solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

### Conclusão

A ordem decrescente dos nutrientes acumulados pelas sementes de alface foi: nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre > ferro > manganês > zinco > boro > cobre.

### Agradecimentos

CAPES e FCA/UNESP pelo apoio e auxílio concedidos.

### Referências

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

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

ESPINDOLA, C.R.; TOSIN, W.A.C.; PACCOLA, A.A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.650-654.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2005. 412p.

KANO, C. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de alface.** 2006. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R. Nutrição mineral de hortaliças. In: Fontes, P.C.R. **Olericultura: teoria e prática.** Viçosa. 2005.486p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Potafós, 1991. 343p.

---

*Recebido em: 06/06/2010*

*Aceito para publicação em: 22/06/2010*