

Teor de macronutrientes na parte aérea e sementes de plantas de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo

Nutrients content in lettuce plants and seeds in function of organic compost levels, with and without added phosphorus to the soil

Bárbara Rodrigues de Quadros^{1*}; Felipe Oliveira Magro¹; Carla Verônica Corrêa²; Antonio Ismael Inácio Cardoso³

Resumo

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, com o objetivo de avaliar a influência de doses de composto orgânico, com e sem fósforo adicionado ao solo, nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface cultivar Verônica. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com dez tratamentos (0; 20; 40; 60; 80 Mg ha⁻¹ de composto orgânico com e sem 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ adicionado ao solo) e quatro repetições. Foi avaliado o teor de macronutrientes na parte aérea e nas sementes. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. A ordem decrescente dos teores de macronutrientes nas plantas foi potássio > cálcio > nitrogênio > magnésio > fósforo > enxofre e nas sementes foi nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre. Nas sementes o teor de nitrogênio foi cerca de três vezes e meia maior que na parte aérea, o de enxofre uma vez e meia maior, enquanto que o de fósforo foi aproximadamente cinco vezes maior.

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

Abstract

This study was conducted in the São Manuel experimental Farm, in São Manuel-SP, which belongs to the Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu/SP Campus, in order to evaluate the influence of organic compost doses, with and without added phosphorus to the soil, on the levels of macronutrients in plants and seeds of the lettuce cultivar Veronica. The experimental design was randomized blocks with ten treatments (0, 20, 40, 60, 80 Mg ha⁻¹ of organic compost, with and without 400 kg ha⁻¹ P₂O₅ added to the soil) and four replicates. The content of macronutrients in plants and seeds was evaluated. The data were submitted to analysis of variance and regression. The decreasing order of macronutrient content in plants was potassium > calcium > nitrogen > magnesium > phosphorus > sulfur and in seeds it was nitrogen > phosphorus > potassium > calcium > magnesium > sulfur. The nitrogen content in seeds, was about three and a half times higher than in plants, the sulfur was one and half times higher, while phosphorus content was approximately five times higher.

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

¹ Doutorandos da Universidade Estadual Paulista, UNESP. Deptº de Produção Vegetal, Setor Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, SP. E-mail: barbaraunesp@yahoo.com.br; felipe_magro@yahoo.com.br

² Graduanda em Agronomia da Universidade Estadual Paulista, UNESP. Deptº de Produção Vegetal, Setor Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas. E-mail: cvcorrea@fca.unesp.br

³ Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista, UNESP. Deptº de Produção Vegetal, Setor Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas. E-mail: ismaeldh@fca.unesp.br

*Autor para correspondência

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 e 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). A nutrição equilibrada das plantas, inclusive as olerícolas, pode influenciar no desenvolvimento vegetal e na qualidade da produção obtida (MOTA et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2010).

Uma das maneiras para se saber se a planta está, ou não, bem nutrida durante o ciclo é pela comparação dos valores dos teores dos nutrientes em seu tecido, com valores de tabela. Estes valores de tabela, referem-se a planta em determinado estágio, com amostragem de um tecido vegetal específico, conforme destacam Dechen e Nachtigall (2007) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Pode-se utilizar estes padrões descritos para produção comercial como indicativo do estado nutricional em campos para produção de sementes. Entretanto, não foram

encontrados valores específicos para as sementes e plantas na fase final em campos para produção de sementes de alface, provavelmente pela escassez de pesquisa na área.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de doses de composto orgânico, com e sem fósforo adicionado ao solo, no teor de macronutrientes em plantas e 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 Agrônômicas (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, com cobertura de polietileno transparente de 150 μm de espessura que permaneceram com as laterais abertas. Foi utilizada a cultivar de alface tipo crespa 'Verônica'. 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 vasos.

O solo utilizado no experimento foi classificado por Espíndola, Tosin e Paccola (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 g dm^{-3} ; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} = 20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; K^+ resina = 0,2 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; P resina = 3 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 V% = 12.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com dez tratamentos em esquema fatorial 5x2 (cinco doses de composto orgânico x com e sem adição de fósforo ao solo) e quatro repetições, com seis plantas por parcela (uma planta por vaso), sendo quatro úteis.

Em razão do maior ciclo e da produção de sementes, que geralmente resulta em maior extração de nutrientes (KANO et al., 2006), 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: dose recomendada (20 Mg ha⁻¹); T40: o dobro da dose recomendada (40 Mg ha⁻¹); T60: três vezes a dose recomendada (60 Mg ha⁻¹); T80: quatro vezes a dose recomendada (80 Mg ha⁻¹); T0 + P: tratamento sem composto orgânico + 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T20 + P: dose recomendada + 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T40 + P: o dobro da dose recomendada + 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T60 + P: três vezes a dose recomendada + 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T80 + P: quatro vezes a dose recomendada + 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As quantidades aplicadas correspondem a 130, 260, 390 e 520 g vaso⁻¹ de composto orgânico para as doses de 20, 40, 60 e 80 Mg ha⁻¹, respectivamente.

A decisão de se utilizar o fósforo na dose de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ 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. Ressalta-se que esta é a dose máxima recomendada por Raij et al. (1997) para a cultura da alface no Estado de São Paulo.

Utilizou-se o composto orgânico da marca comercial Biomix® e a análise química deste indicou valor de pH de 7,96 e os valores de MO; N; P₂O₅; K₂O; Ca; Mg e de S, expressos em g kg⁻¹, respectivamente de: 400; 7,2; 2,7; 3,3; 91,5; 1,9 e 1,6. 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 foram expressos em mg kg⁻¹ e iguais a

150, 7400, 158 e 270, respectivamente.

Foi feita a correção da acidez do solo, conforme recomendado por Raij et al. (1997), 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 por vaso nos tratamentos com fósforo, além do composto orgânico, conforme os tratamentos. Não foi feita adubação de plantio e de cobertura com nitrogênio e potássio.

A irrigação foi realizada durante todo ciclo da cultura, com a utilização de gotejadores instalados individualmente nos vasos por um tempo suficiente para proporcionar a formação de uma faixa molhada em toda a 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.

Para a obtenção dos teores de macronutrientes na parte aérea das plantas de alface, quatro plantas por parcela (uma planta por vaso), foram coletadas após a última colheita das sementes. Assim que coletadas, as amostras foram lavadas em água corrente para retirada do excesso de solo e duas vezes em água destilada. Após a remoção do excesso de água utilizada na lavagem, as amostras foram colocadas em saco de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Posteriormente, com o uso da balança analítica, foi obtida a massa de material seco de cada planta.

Já 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 amostras de plantas e sementes foram levadas ao Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Recursos Naturais da UNESP/Botucatu para obtenção dos teores de macronutrientes.

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. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

A partir das análises químicas foram obtidos os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg^{-1} para a parte aérea e para as sementes.

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 nos tratamentos, com e sem fósforo adicionados aos solos nas características avaliadas.

Resultados e Discussão

Não houve interação significativa entre os fatores (composto orgânico e fósforo) para todas as características avaliadas. Os teores dos macronutrientes fósforo, cálcio e magnésio, encontrados na parte aérea DAS plantas foram maiores nos tratamentos com aplicação de fósforo e os de nitrogênio, potássio e enxofre apresentaram maiores teores sem aplicação de fósforo (Tabela 1). A explicação para o que ocorreu para esses últimos nutrientes se deve provavelmente ao efeito de diluição, ou seja, a adição de fósforo no solo favoreceu o desenvolvimento da planta e com isso, nitrogênio, potássio e enxofre diluíram por uma maior produção de massa da planta, ressaltando que não foram realizadas adubações em cobertura com nitrogênio e potássio. A diminuição no teor de potássio com o aumento do fornecimento de fósforo no solo também foi verificado em alface para consumo de folhas por Claassens (1994) e por Kano (2006) em alface para produção de sementes.

O aumento no teor de fósforo nas plantas em função da aplicação de adubação fosfatada também foi verificado em plantas de alface para consumo de folhas por Claassens (1994), Sanchez e El Hout (1995) e Arruda Júnior et al. (2005) e em plantas de alface para produção de sementes por Kano (2006).

Tabela 1. Teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}) obtidos na parte aérea das plantas de alface no final no ciclo para a produção de sementes, em função de tratamentos com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Com fósforo	10,90 b	1,65 a	17,85 b	25,15 a	6,40 a	1,35 b
Sem fósforo	13,10 a	0,91 b	33,30 a	20,20 b	5,67 b	1,61 a
CV(%)	11,5	13,6	12,5	15,1	16,5	9,5

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

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre encontrados nas plantas, no entanto, afetaram o teor de fósforo (Tabela 2). Ricci et al. (1995) não observaram

efeito significativo nos teores dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em duas cultivares de alface ao estudar o efeito da adubação orgânica sobre os teores destes nutrientes.

Tabela 2. Teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}) obtidos na parte aérea das plantas de alface no final no ciclo para a produção de sementes, em função de doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento (t ha^{-1} de composto)	N	P*	K	Ca	Mg	S
	g kg^{-1}					
T0	12,38 a	1,09	23,00 a	23,38 a	6,55 a	1,50 a
T20	12,00 a	0,30	26,88 a	23,63 a	6,65 a	1,55 a
T40	12,38 a	1,29	24,63 a	22,00 a	5,91 a	1,35 a
T60	11,38 a	1,35	27,13 a	22,75 a	5,57 a	1,55 a
T80	11,88 a	1,38	26,25 a	21,63 a	5,50 a	1,46 a
CV(%)	11,5	13,6	12,5	15,1	16,5	9,5

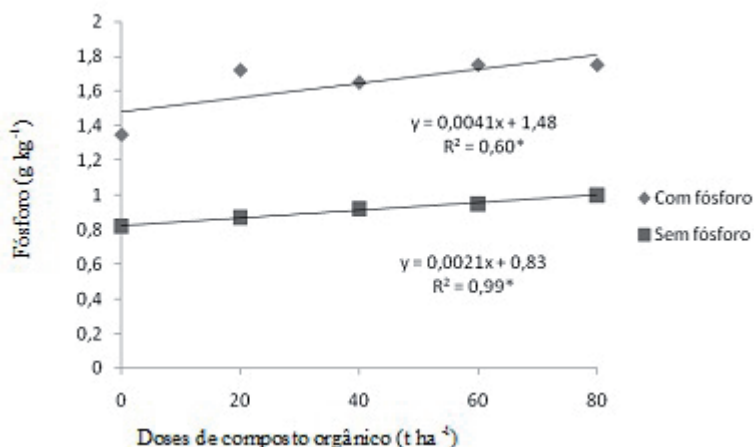
CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

O teor de fósforo aumentou linearmente com o aumento do fornecimento de composto orgânico, com e sem fósforo aplicado no solo (Figura 1). Provavelmente o fósforo liberado durante a mineralização do composto orgânico e, talvez, a bioatividade provocada pelo composto favorecendo a liberação do fósforo adsorvido no solo, garantiu este suprimento mesmo nos tratamentos onde foi aplicado 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Vidigal et al. (1995) e Souza et al. (2005), estudando a resposta da alface ao efeito residual do composto orgânico, também constataram aumentos nos teores de fósforo com o incremento das doses aplicadas.

A ordem decrescente do teor dos macronutrientes obtidos nas plantas foi: potássio > cálcio > nitrogênio > magnésio > fósforo > enxofre. Os nutrientes com maiores teores foram cálcio que é imóvel (não translocável) e o potássio com cerca do dobro do nitrogênio

que é móvel (translocável) e quase oito vezes o teor de fósforo. Kano (2006) ao avaliar doses de fósforo no teor de macronutrientes encontrados nas plantas de alface também obteve a seguinte ordem: potássio > cálcio ~ nitrogênio > magnésio > fósforo > enxofre. Já Raij et al. (1997) relatou a seguinte ordem decrescente de nutrientes nas folhas: potássio > nitrogênio > cálcio > fósforo ~ magnésio > enxofre. Beninni (2002) também verificou o maior teor de potássio ($78,33 \text{ g kg}^{-1}$) em plantas de alface cultivar Verônica (para o consumo de folhas) seguido pelo teor de nitrogênio ($38,24 \text{ g kg}^{-1}$), cálcio ($12,23 \text{ g kg}^{-1}$), fósforo ($5,74 \text{ g kg}^{-1}$), enxofre ($3,87 \text{ g kg}^{-1}$) e magnésio ($3,11 \text{ g kg}^{-1}$). Os valores encontrados por esse autor estão acima dos obtidos neste experimento para nitrogênio, fósforo e potássio, e menores para os teores de cálcio, magnésio e enxofre.

Figura 1. Teor de fósforo na planta de alface no final do ciclo para a produção de sementes, em função das doses de composto orgânico, com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.



Pode-se observar neste experimento que, em função da senescência em plantas, alguns teores foram bem abaixo àqueles encontrados em alface para o consumo de folhas. É provável que isto tenha ocorrido em função da ausência de adubação de cobertura durante a condução do experimento, onde somente as doses de composto orgânico utilizadas como tratamento talvez não tenham sido suficientes para o suprimento destes nutrientes para as plantas de alface, além de ter ocorrido translocação dos nutrientes móveis das folhas para as sementes.

Os valores encontrados neste experimento (comparando apenas os tratamentos com aplicação de fósforo), estão acima para nitrogênio e potássio, menores para os teores de cálcio, magnésio e enxofre e semelhantes para fósforo, quando comparados com os obtidos por Kano (2006) que ao utilizar a dose de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ obteve em média, teores (em g

kg⁻¹) na parte aérea da planta, no final do ciclo para a produção de sementes, de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre de 15; 1,5; 37,8; 16,9; 2,5 e 0,9, respectivamente.

Não houve interação significativa entre os fatores (composto orgânico e fósforo) para os teores de macronutrientes nas sementes. Os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas sementes foram maiores com a aplicação de fósforo, mas não houve diferença significativa para o teor de nitrogênio (Tabela 3).

Kano (2006), ao avaliar a produção e qualidade de sementes de alface cultivar Verônica, verificou que os teores dos macronutrientes contidos nas sementes não foram influenciados pelas doses de superfosfato triplo, utilizados como fonte de P₂O₅, fornecidas às plantas. Portanto, os resultados observados na atual pesquisa são diferentes dos deste autor.

Tabela 3. Teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg⁻¹) obtidos nas sementes em função de tratamentos com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
Com fósforo	44,40 a	7,42 a	6,75 a	3,80 a	3,58 a	2,46 a
Sem fósforo	45,65 a	4,96 b	5,45 b	3,10 b	3,01 b	1,82 b
CV(%)	4,3	7,9	8,6	10,4	6,4	5,1

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

Carvalho (1978), ao avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade de sementes de alface, verificou que o teor de nitrogênio nas sementes não foi influenciado pela adubação nitrogenada. Porém, este autor usou um solo com fertilidade alta. Também obteve teor elevado de fósforo nas sementes de alface (6,4 g kg⁻¹).

Assim como neste trabalho, Fornasieri Filho et al. (1988), em milho pipoca, e Zucareli (2005), em feijão obtiveram aumento linear no teor de fósforo nas sementes em função de doses crescentes de P₂O₅ fornecidas no solo. Vieira (1986) obteve aumento no teor de fósforo na semente de feijão com o aumento do fornecimento deste nutriente no solo, porém não obteve diferenças nos teores de potássio e cálcio.

O magnésio é um elemento móvel na planta e pelo fato de auxiliar na movimentação do fósforo na planta, possui interação com esse nutriente,

atua como co-fator de enzimas ligadas ao metabolismo de fósforo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Talvez por isso, a aplicação de fósforo tenha ocasionado o aumento no teor de magnésio na semente. Além disso, na semente, o magnésio juntamente com outros nutrientes como o fósforo, é armazenado nos sais do ácido fítico, constituindo a fitina (COPELAND; MCDONALD, 1995; MARSCHNER, 1995). Vieira (1986) e Ramos Júnior et al. (2003) em sementes de feijão e Vieira et al. (1987) em sementes de soja obtiveram aumento no teor de magnésio nas sementes em função das doses de superfosfato triplo, utilizados como fonte de P₂O₅.

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre encontrados nas sementes, no entanto, afetaram o teor de potássio (Tabela 4).

Tabela 4. Teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg⁻¹) obtidos nas sementes em função de doses de composto orgânico ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

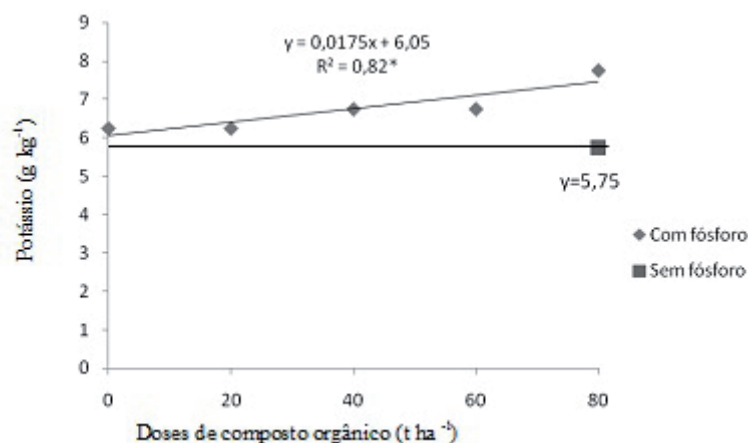
Tratamento (t ha ⁻¹ de composto)	N	P	K*	Ca	Mg	S
-----g kg ⁻¹ -----						
T0	46,38 a	6,25 a	5,86	3,50 a	3,18 a	2,18 a
T20	44,75 a	5,95 a	5,88	3,38 a	3,21 a	2,15 a
T40	45,50 a	6,24 a	6,00	3,25 a	3,35 a	2,13 a
T60	43,75 a	6,04 a	6,00	3,50 a	3,29 a	2,13 a
T80	44,75 a	6,44 a	6,75	3,63 a	3,46 a	2,11 a
CV(%)	4,3	7,9	8,6	10,4	6,4	5,1

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.

As médias do teor de potássio na semente para os tratamentos de composto orgânico com aplicação de fósforo se ajustaram ao modelo linear. Para as doses de composto orgânico sem fósforo não se observou diferença entre os tratamentos, com média de 5,75 g kg⁻¹ (Figura

2). Normalmente o potássio é o nutriente mais rapidamente disponibilizado às plantas com a adubação orgânica (SOUZA; RESENDE, 2003) e neste experimento observou-se aumento no teor de potássio conforme o aumento das doses de composto orgânico.

Figura 2. Teor de potássio nas sementes de alface em função das doses de composto orgânico, com e sem aplicação de fósforo ao solo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.



Observa-se que nas sementes o teor de nutrientes decresceu na seguinte ordem: nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre. Kano (2006) ao avaliar doses de fósforo no teor de macronutrientes nas sementes de alface obteve a seguinte ordem: nitrogênio > fósforo > potássio > magnésio > cálcio > enxofre, onde a única diferença é a inversão de posição entre cálcio e magnésio. Porém, numericamente, os valores nos teores destes dois nutrientes foram muito próximos (Tabela 4). Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre obtidos por Kano (2006) foram aproximadamente de 45,2; 8,9; 6,9; 2,7; 3,7 e 1,9 g kg⁻¹, respectivamente, valores semelhantes aos obtidos neste experimento. Lott, Greenwood e Batten (1995), em uma revisão com sementes de várias culturas, descrevem que entre os macronutrientes avaliados, o teor de nitrogênio foi o encontrado em maior concentração nas sementes, resultado semelhante ao obtido em sementes de feijão, por Vieira (1986) e Ramos Júnior et al. (2003). Isso demonstra a importância deste elemento na composição das sementes, geralmente rica em proteínas, além de ser um nutriente facilmente redistribuído na planta (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Pode-se verificar que os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre encontrados na semente (Tabelas

3 e 4) foram superiores àqueles presentes na parte aérea das plantas, sendo o teor de nitrogênio cerca de três vezes e meia maior, o de enxofre uma vez e meia maior e o de fósforo aproximadamente cinco vezes maior (Tabelas 1 e 2). Isso demonstra novamente a mobilidade desses nutrientes na planta. O maior teor desses nutrientes nas sementes do que nas folhas e caule também foi observado para alface por Kano et al. (2006).

Para potássio, cálcio e magnésio, nota-se os menores teores encontrados na semente em relação àqueles obtidos na planta, sendo o teor de potássio cerca de quatro vezes maior, o de cálcio seis vezes e meia, enquanto que o de magnésio foi aproximadamente duas vezes maior. Para o cálcio ocorreu provavelmente devido à sua baixa mobilidade pelo floema (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Conclusões

A ordem decrescente dos teores de macronutrientes na parte aérea das plantas de alface foi potássio > cálcio > nitrogênio > magnésio > fósforo > enxofre.

A ordem decrescente dos teores de macronutrientes nas sementes de alface foi

nitrogênio > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > enxofre.

Nas sementes o teor de nitrogênio foi cerca de três vezes e meia maior que na parte aérea das plantas de alface, o de enxofre uma vez e meia maior, enquanto que o de fósforo foi aproximadamente cinco vezes maior.

Obteve-se aumento linear no teor de potássio nas sementes e de fósforo na parte aérea com as doses de composto orgânico utilizadas.

Agradecimentos

À CAPES e FCA/UNESP pelo apoio e auxílio concedidos.

Referências

ARRUDA JÚNIOR, S. J.; MELO, E. E. C.; SILVA, M. O.; SOUSA, C. E. S.; FREIRE, M. B. G. S. Produtividade e teor de P de plantas de alface em função de diferentes doses de fósforo no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, 2005. 1 CD-ROM.

BENINNI, E. R. Y. *Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônicos e convencional*. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CARVALHO, J. L. *Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade de sementes de alface (Lactuca sativa L.)*. 1978. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, L. C. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 19-28, jan./mar. 2010.

CLAASSENS, A. S. Influence of varying phosphorus supply on the growth and phosphorus composition of lettuce. *Communication in Soil Science and Plant*

Analysis, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1209-1221, 1994.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. *Principles of seed science and technology*. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F et al. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

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

ESPÍNDOLA, 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.

FORNASIERI FILHO, D.; BRANDÃO, S. S.; SADER, R.; VITTI, G. C. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 43-53, 1988.

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

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; HIGUTI, A. R. O.; VILLAS BÔAS, R. L. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 3, p. 356-359, 2006.

LOTT, J. N. A.; GREENWOOD, J. S.; BATTEN, G. D. Mechanisms and regulation of mineral nutrient storage during seed development. In: KIGEL, J.; GALILI, G. *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 215-235.

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

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; RIBEIRO, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 3, p. 762-767, 2008.

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 Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAMOS JÚNIOR, E. U.; ZUCARELI, C.; PIRES, N. C. C.; NAKAGAWA, J.; FERNANDES, D. M. Adubação fosfatada e teores de nutrientes em sementes de feijão cv. IAC Carioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto, 2003. 1 CD-ROM.

RICCI, M. S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1035-1039, 1995.

SANCHEZ, C. A.; EL-HOUT, N. M. Response of diverse lettuce types to fertilizer phosphorus. *HortScience*, Alexandria, v. 30, n. 3, p. 528-531, 1995.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. *Manual de horticultura orgânica*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754-757, 2005.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface ao efeito residual da adubação orgânica: II. Ensaio em casa de vegetação. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 42, n. 239, p. 89-97, 1995.

VIEIRA, R. D.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, N. M.; THIEBAUT, J. T. L.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, C. S. Avaliação do efeito de doses de P e K na qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 83-89, 1987.

VIEIRA, R. F. Influência de teores de P no solo sobre a composição química, qualidade fisiológica e desempenho no campo de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 33, n. 186, p. 173-188, 1986.

ZUCARELI, C. *Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro cv. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã*. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.