

Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada

Cristiaini Kano ^{1*}

Antonio Ismael Inácio Cardoso ²

Roberto Lyra Villas Boas ³

Embrapa Amazônia Ocidental, CP 319, CEP 69010-970, Manaus – AM, Brasil

²UNESP/FCA, Departamento de Produção Vegetal, Setor Horticultura, Botucatu – SP, Brasil

³UNESP/FCA, Departamento de Recursos Naturais, Setor Ciência do Solo, Botucatu – SP, Brasil

* Autor para correspondência

cristiaini.kano@cpaa.embrapa.br

Submetido em 01/02/2012

Aceito para publicação em 08/06/2012

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da alface cultivar Verônica a doses de fósforo. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à UNESP/FCA, Botucatu/SP, em estrutura de cultivo protegido tipo arco, no período de 25/09/2003 (semeadura) a 03/12/2003 (colheita). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo) e cinco repetições. As plantas foram conduzidas em vasos plásticos com capacidade para 13L contendo solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. Observou-se resposta quadrática para massa fresca da parte aérea da planta e área foliar, com valores máximos nas doses equivalentes a 733 e 756kg.ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, e também para o acúmulo de potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco. Foram obtidos aumentos lineares com o aumento da dose de P₂O₅ aplicado para a massa seca da parte aérea, número de folhas, altura das plantas e para o acúmulo de nitrogênio e fósforo.

Palavras-chave: Fósforo; *Lactuca sativa* L.; Produção

Abstract

Nutrient absorption and response of lettuce to phosphorus fertilization. The objective of this study was to evaluate the response of lettuce (cultivar Verônica) to different levels of phosphorus fertilization. The experiment was conducted from 25/09/2003 (sowing) to 03/12/2003 (harvesting) at the Fazenda Experimental São Manuel, UNESP/FCA, Botucatu/SP, under protective structures. The experiment was conducted in a randomized block design, with five treatments (0, 200, 400, 600 and 800kg.ha⁻¹ of P₂O₅, in the form of triple superphosphate) and five replications. Plants were grown in 13L plastic pots containing Latossolo Vermelho Distrófico Típico. A quadratic response was observed for the fresh mass of the plant shoots and leaf area, with maximum equivalent levels of 733 and 756kg.ha⁻¹ of P₂O₅, respectively, as well as for potassium, calcium, magnesium, sulfur, boron, copper, iron, manganese and zinc accumulation. Linear increases were observed with the treatments of P₂O₅ for dry mass of the shoots, leaf number, plant height and nitrogen and phosphorus accumulation.

Key words: *Lactuca sativa* L.; Phosphorus; Yield

Introdução

A alface é a hortaliça folhosa mais comercializada no Brasil, sendo fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se pelo elevado teor de vitamina A. A alface predominante no Brasil é do tipo crespa, com 70% do mercado (FILGUEIRA, 2003; SALA; COSTA, 2005).

Apesar da importância econômica da alface crespa, trabalhos sobre adubação fosfatada ainda são escassos e com respostas variadas, necessitando de estudos, pois a alface pode ser considerada como bastante exigente em fósforo, principalmente na fase final de seu ciclo. A deficiência deste elemento reduz o crescimento da planta, havendo má formação da cabeça, coloração verde-opaca das folhas velhas, podendo mostrar tonalidades vermelho-bronze ou púrpura (KATAYAMA, 1993).

É considerada uma planta de baixa adaptação aos solos com baixa disponibilidade de nutrientes na camada arável. Na maioria dos experimentos, essa cultura mostrou uma pronunciada resposta à adição de fósforo, sendo em solos deficientes nesse nutriente requeridas doses superiores a 600kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para a máxima produção (SANCHEZ et al., 1990; NAGATA et al., 1992; SANCHES; EL-HOUT, 1995; MOTA et al., 2003).

Filgueira (2003) comenta que experimentalmente têm sido obtidas maiores respostas em aumento de produtividade às aplicações de fósforo e de nitrogênio em relação ao potássio, ressaltando, também, resposta ao cálcio.

No Estado de São Paulo, Raij et al. (1996) recomendam para produção de alface, a quantidade de 400; 300 e 200kg.ha⁻¹ de P₂O₅, quando o teor de P_{resina} no solo (em mg.dm⁻³) for de 0 a 25; de 26 a 60 e maior que 60, respectivamente. Recomendação semelhante é indicada por Filgueira (2003) que cita a dose de até 400kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Para a cultivar Verônica, Silva et al. (2006) ao avaliarem doses de P₂O₅ (0; 100; 200; 400 e 800kg.ha⁻¹), verificaram que a média da massa fresca da parte aérea das plantas foi de 227 até o máximo de 494g.planta⁻¹, obtido com a dose de 800kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Já Lana et al. (2004) ao avaliarem fontes de fósforo no cultivo de alface cultivar Verônica utilizando-se em todos os

tratamentos a dose de 300kg.ha⁻¹ de P₂O₅ obtiveram a máxima massa fresca da parte aérea de 123,7g.planta⁻¹.

Arruda Júnior et al. (2005) avaliaram a resposta da alface crespa 'Cacheada' a adubação fosfatada (0; 3; 6; 9; 20; 30 e 40mg.dm⁻³), aplicada em solo com 2mg.dm⁻³ de P_{resina}, na produtividade e no teor de P na planta. Estes autores verificaram que a maior produção de massa seca da parte aérea (4,35g.planta⁻¹) e o maior teor do nutriente (4,6g.kg⁻¹) foram obtidos com a maior dose de P aplicada.

Na alface do grupo americana, Mota et al. (2003) em um solo com teor de P_{resina} de 12,1mg.dm⁻³, ao avaliarem as doses de 0; 300; 600 e 900kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e duas fontes de fósforo, verificaram que para a fonte superfosfato simples houve regressão quadrática sendo as doses de 672 e 617kg.ha⁻¹ de P₂O₅ as que apresentaram a maior produção total (1,2kg.planta⁻¹) e comercial (1,02kg.planta⁻¹), respectivamente. Para a fonte termofosfato magnésiano verificou-se aumento linear na produtividade, entretanto, mesmo para a dose mais alta, o peso total foi inferior ao observado na outra fonte.

Para cultivos comerciais é necessário realizar uma adubação mineral equilibrada, no entanto, verifica-se que a grande maioria dos produtores de hortaliças, com intuito de aumentar a produção e, principalmente pela carência de informação, utiliza fertilizantes com fórmulas NPK geralmente contendo altas concentrações de fósforo e potássio, independente dos teores desses nutrientes no solo, sem levar em consideração o tipo ou cultivar (ANDRIOLO, 1999; BONELA, 2010).

Devido à escassez de informações referentes à adubação fosfatada na cultura da alface crespa e a sua importância no mercado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta dessa alface a doses de fósforo e a extração de nutrientes.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel/SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, localizada à latitude

sul de 22°46', longitude oeste de 48°34' e altitude de 740m. As plantas foram conduzidas em estrutura de cultivo protegido, tipo arco, de 20m de comprimento, 7m de largura e 3,8m de altura, na parte mais alta e pé direito de 2,5m. As médias das temperaturas mínima, máxima e média obtidas no interior da estrutura foram de 18; 34 e 26°C, respectivamente.

O solo utilizado no experimento foi Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999). As análises químicas do solo, avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), indicaram os seguintes resultados obtidos: pH (CaCl₂)= 4,0; P_{resina} = 2mg.dm⁻³; matéria orgânica= 5g.dm⁻³; V%= 16; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC expressos em mmol_c.dm⁻³ respectivamente de: 28; 0,2; 4,0; 1,0; 5,0 e 33. A análise física, avaliada conforme a metodologia de Camargo et al. (1986), indicou 761; 199 e 40g.kg⁻¹ de areia, argila e silte, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, denominados de T0, T200, T400, T600 e T800, respectivamente) e cinco repetições, com seis plantas por parcela. A dose de 400kg.ha⁻¹ de P₂O₅ correspondeu à recomendada por Raij et al. (1996) para essa cultura, considerando-se o teor de 2mg.dm⁻³ de P_{resina}.

Os vasos plásticos utilizados nesse experimento possuíam altura de 25cm e diâmetro de 28cm, com capacidade de 13L. As quantidades de P₂O₅ colocadas em cada tratamento corresponderam ao equivalente a 0; 1,3; 2,6; 3,9 e 5,2g por vaso para T0, T200, T400, T600 e T800, respectivamente.

A aplicação de calcário em todo o volume do solo foi realizada 30 dias antes do transplante das mudas, utilizando-se calcário de alta reatividade com PRNT de 90%, visando atingir a saturação por bases a 80%, conforme a recomendação sugerida por Raij et al. (1996).

A adubação de plantio correspondeu ao fornecimento em cada vaso de 0,26 g de N (na forma de sulfato de amônio), 1,6g de K₂O (na forma de cloreto de potássio) e 500g de Biomix® (como fonte de matéria orgânica). Os adubos e o Biomix® foram misturados uniformemente ao solo de todo o vaso.

A análise química do Biomix® indicou valor de pH de 7,7 e os valores de MO; N; P₂O₅; K₂O; Ca; Mg e de S expressos em % foram de: 53; 1,30; 0,90; 0,47; 6,80; 0,25 e 0,34, respectivamente. A relação C/N foi de 23/1 e a umidade de 60%.

Todo fósforo foi fornecido no plantio. A adubação de cobertura com nitrogênio foi feita com nitrato de cálcio (0,19g de N por vaso por aplicação) e realizada aos 8; 15 e 21 dias após o transplante (DAT), conforme recomendação de Raij et al. (1996) para a produção de alface.

Foi utilizada a cultivar de alface crespa 'Verônica' e a semeadura foi realizada no dia 25/09/2003 em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial para hortaliças. Foram colocadas duas sementes por célula, com posterior desbaste para uma planta por célula.

As mudas foram transplantadas em 30/10/2003 e foi cultivada uma planta por vaso, dispondo-se os vasos em linhas no sentido longitudinal da estufa, sendo a planta localizada em cada extremidade da parcela usada como bordadura.

O controle fitossanitário foi realizado com deltrametrina para o controle de pulgão, sempre que necessário e a irrigação foi realizada diariamente por meio de gotejadores instalados individualmente nos vasos até verificar o início do escoamento de água no fundo dos mesmos.

A colheita foi realizada aos 34 DAT (03/12/2003), quando as plantas atingiram o ponto de colheita, determinando-se nesse dia a altura das plantas, massa fresca da parte aérea das plantas, número de folhas e área foliar. A massa seca da parte aérea das plantas foi obtida após lavagem com água destilada e, depois, secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante e as análises químicas das plantas foram realizadas na parte aérea conforme metodologia citada por Malavolta et al. (1997), sendo os teores de macronutrientes (g.kg⁻¹) e de micronutrientes (mg.kg⁻¹) multiplicados pela massa seca da parte aérea da planta a fim de estabelecer a quantidade de cada nutriente acumulado por planta, obtendo-se os dados de acúmulo de macronutrientes em mg.planta⁻¹ e os de micronutrientes em µg.planta⁻¹.

A altura foi obtida medindo-se a distância entre a superfície do solo e a parte mais alta da planta e a massa fresca da parte aérea foi obtida logo após a colheita. Para o número de folhas consideraram-se todas as folhas da planta e a área foliar foi obtida com o integrador Li-Cor, modelo LI-3100.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e em caso de efeito significativo, de acordo com o teste F para tratamentos, foi realizada a análise de regressão para verificar o efeito de doses de P_2O_5

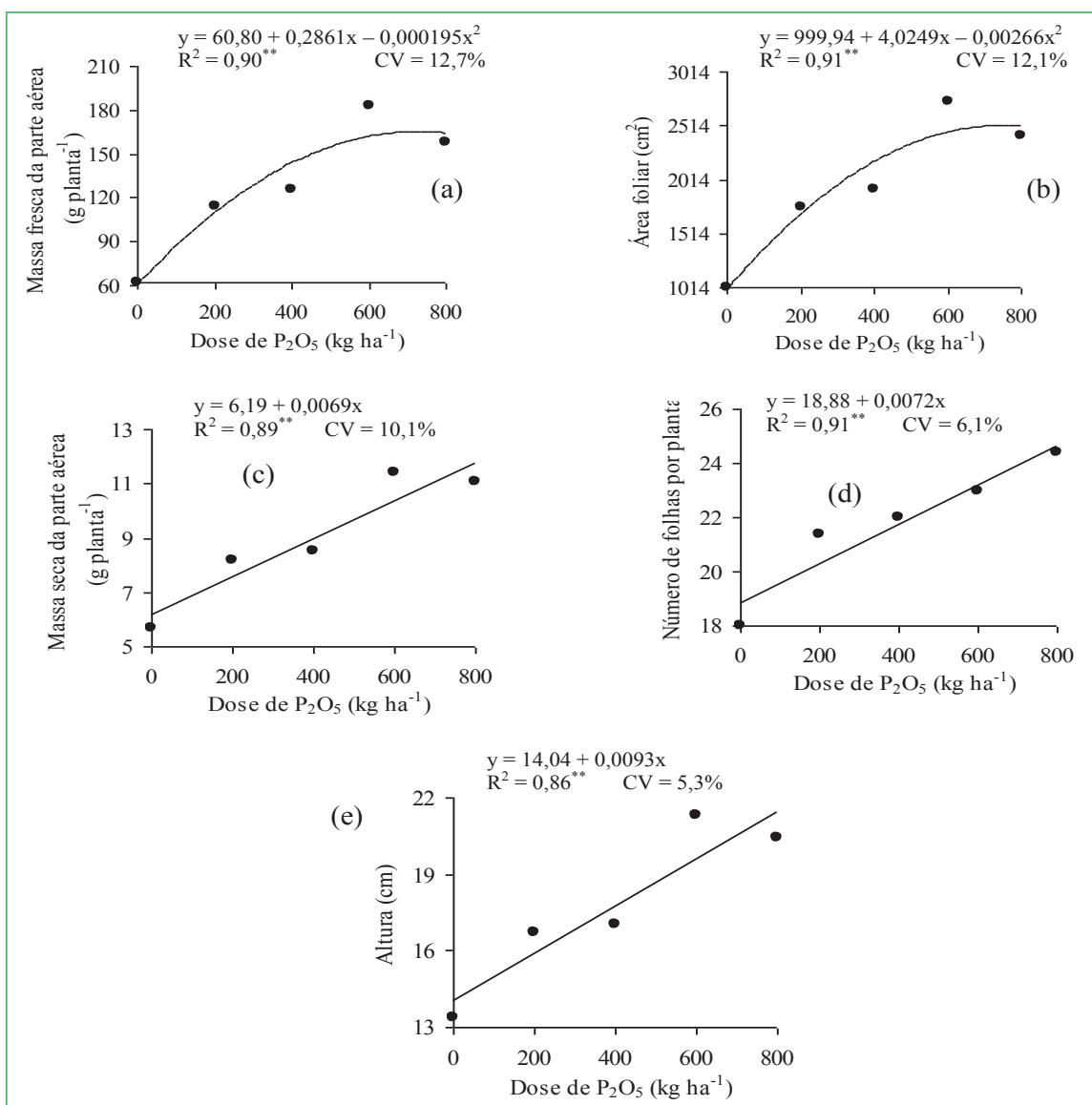
nas características avaliadas através do software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

As variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas pelo teste F, demonstrando que as doses de P_2O_5 influenciaram todas as características vegetativas e acúmulo dos nutrientes avaliados (Figuras 1; 2 e 3).

A massa fresca da parte aérea das plantas (produção) e a área foliar ajustaram-se estatisticamente ao modelo

FIGURA 1: Produção (massa fresca da parte aérea) por planta (a), área foliar (b), massa seca da parte aérea (c), número de folhas por planta (d) e altura das plantas (e) de alface crespa 'Verônica' em função das doses de P_2O_5 . Média de cinco repetições em cada ponto. ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.



quadrático, com valores máximos de 166g.planta⁻¹ e 2522cm² obtidos nas doses equivalentes a 733 e 756kg.ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 1a e 1b).

A massa fresca da parte aérea das plantas obtida foi considerada comercial (≥ 100 g) e com valor superior ao obtido em alface crespa por Santos et al. (2005) e ao maior valor obtido por Viana e Vasconcelos (2008) que foram de 104,2 e 123,8g.planta⁻¹ para a cultivar Verônica e Vera, respectivamente. O aumento da massa fresca da parte aérea dessa cultivar com o aumento de doses de P₂O₅ também foi verificado por Silva et al. (2006).

A área foliar obtida nesse trabalho (2743cm²) mesmo sendo inferior a obtida por Feltrim et al. (2009) que foi de 4872cm² para a cultivar Verônica cultivada no campo, demonstrou resposta as doses de fósforo avaliadas.

A massa seca da parte aérea, número de folhas por planta e altura das plantas ajustaram-se estatisticamente ao modelo linear, obtendo-se aumento nesses valores com o aumento da dose de P₂O₅ (Figura 1c, 1d e 1e).

Para a massa seca da parte aérea (Figura 1c), obteve-se um incremento de 0,7g.planta⁻¹ para cada 100kg P₂O₅ aplicado. A máxima massa seca da parte aérea da planta obtida nesse experimento foi próxima de 11g planta⁻¹, valor superior ao obtido por Arruda Júnior et al. (2005), que também avaliaram doses crescentes de fósforo para a cultivar crespa 'Cacheada' e obtiveram a máxima produção de massa seca da parte aérea (4,35g.planta⁻¹) na maior dose (40mg.dm⁻³). Para a cultivar Verônica, Beninni et al. (2005), César (2005), Saldanha et al. (2005), Grangeiro et al. (2006) e Coutinho (2008) obtiveram massa seca da parte aérea da planta próximo de 5; 6,4; 8,1; 9,8 e 12,11g.planta⁻¹, respectivamente. O incremento na produção da massa seca da parte aérea das plantas de alface cultivadas em vasos em função do aumento das doses de P também foi verificado por Coutinho (2008) para as cultivares de alface Verônica, Regina e Lucy Brown.

O número de folhas por planta apresentou um aumento de aproximadamente uma folha por planta para cada 100kg P₂O₅ aplicado (Figura 1d), e variou de 18 (T0) a 24 folhas (T800), com uma média de 21 folhas por planta, valor superior ao obtido por Santos et al. (2005) para essa mesma cultivar, que obtiveram uma média de 15 folhas por planta.

Para cada 100kg de P₂O₅ aplicado obteve-se um aumento de 0,9cm na altura da planta (Figura 1e). Os valores de altura das plantas variaram de 13 a 21cm, com uma média de 17cm, valor superior ao obtido por Santos et al. (2005) para a cultivar Verônica que obtiveram altura de 13cm. Já Silva et al. (2006) verificaram que a altura das plantas de alface crespa cultivar Verônica não foi influenciada pelas doses de P₂O₅ que variaram de 0 a 800kg.ha⁻¹.

Houve resposta linear para o acúmulo de nitrogênio (Figura 2a) e fósforo (Figura 2b), demonstrando aumento do acúmulo desses nutrientes com o aumento da dose de P₂O₅ fornecido, com acúmulos máximos de 361,95 e 41,68mg.planta⁻¹ de N e P, respectivamente. Para o acúmulo de K (Figura 2c), Ca (Figura 2d), Mg (2e), S (Figura 2f), B (Figura 3a), Cu (Figura 3b), Fe (Figura 3c), Mn (Figura 3d) e Zn (Figura 3e) obteve-se resposta quadrática com o aumento da dose de P₂O₅ aplicado.

Grant et al. (2001) comenta que com menor área foliar, causada pela deficiência de fósforo, há menor captação da radiação solar e, conseqüentemente, menos carboidratos, afetando a subsequente emergência das raízes e reduzindo a capacidade de absorção de fósforo pela planta, o que explicaria o menor acúmulo encontrado na menor dose de P₂O₅ avaliada.

A ordem decrescente do acúmulo máximo dos macronutrientes, em mg.planta⁻¹, foi: K (527)> N (362)> Ca (151)> P (42)> Mg (36)> S (14), e a dos micronutrientes, em µg.planta⁻¹, foi: Fe (1381)> Mn (687)> Zn (208) ~ B (204)> Cu (73). Ordem semelhante foi observada por Grangeiro et al. (2006), também com alface 'Verônica', com acúmulo por planta de 330mg de K; 240mg de N; 110mg de P; 100mg de Mg e 50mg de Ca. Quanto aos valores, apenas o acúmulo de Mg foi menor na presente pesquisa. A massa seca da parte aérea obtida no ponto de colheita (27 DAT) por estes autores foi de 6,4g.planta⁻¹. Já Beninni et al. (2005), que estudaram o acúmulo de macronutrientes em alface cultivar Verônica cultivada em sistema convencional, obtiveram ordem semelhante, apenas com a inversão do S e do Mg, com os seguintes valores, em mg.planta⁻¹: K (766)> N (372)> Ca (119)>P (78)> S (38)> Mg (30). A massa fresca e a massa seca da parte aérea encontrada por esses autores foram de 268,92 e 9,78g.planta⁻¹, respectivamente.

FIGURA 2: Acúmulo de nitrogênio (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d), magnésio (e) e de enxofre (f), em alface crespa 'Verônica' em função das doses de P_2O_5 . Média de cinco repetições em cada ponto. ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F.

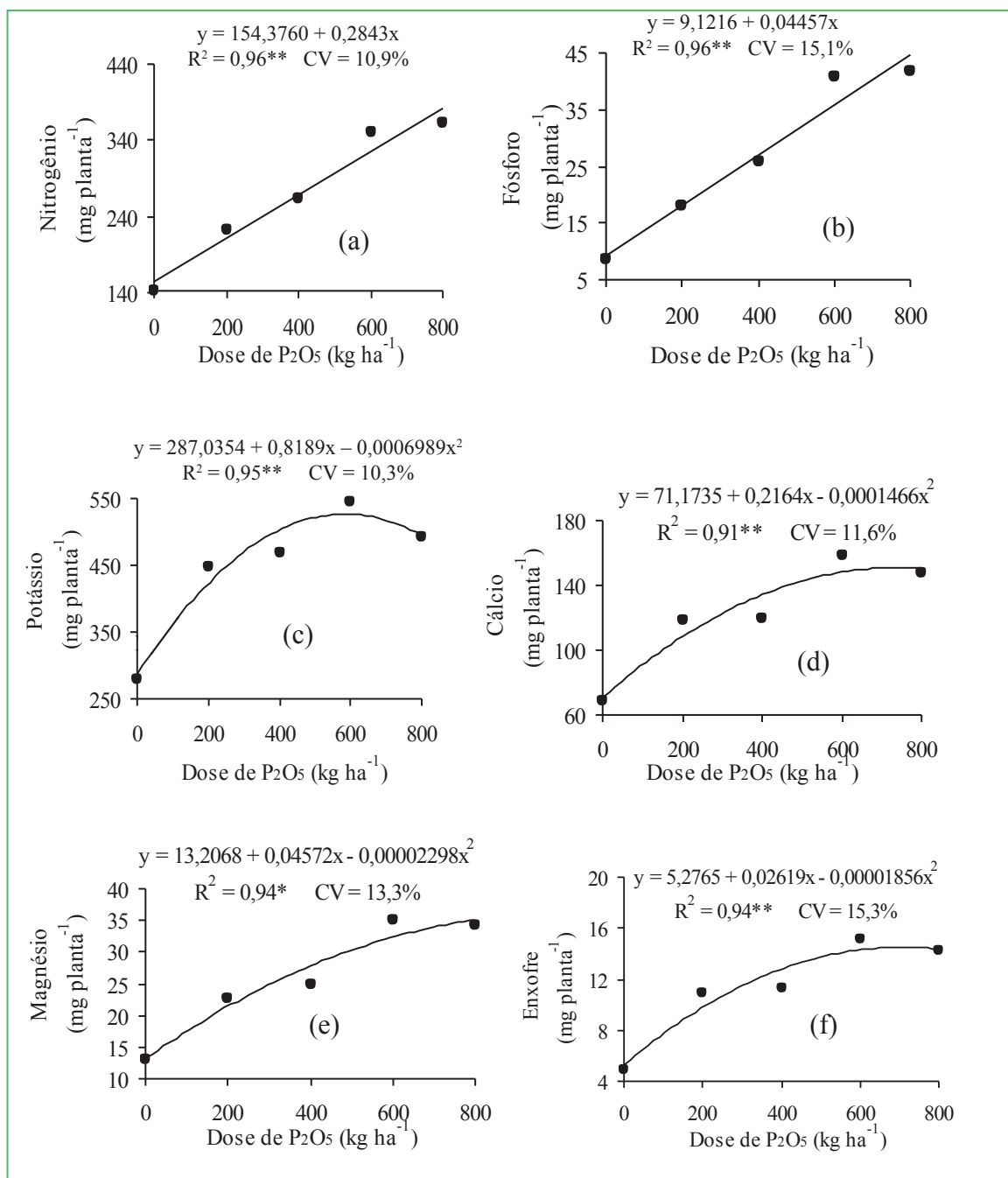
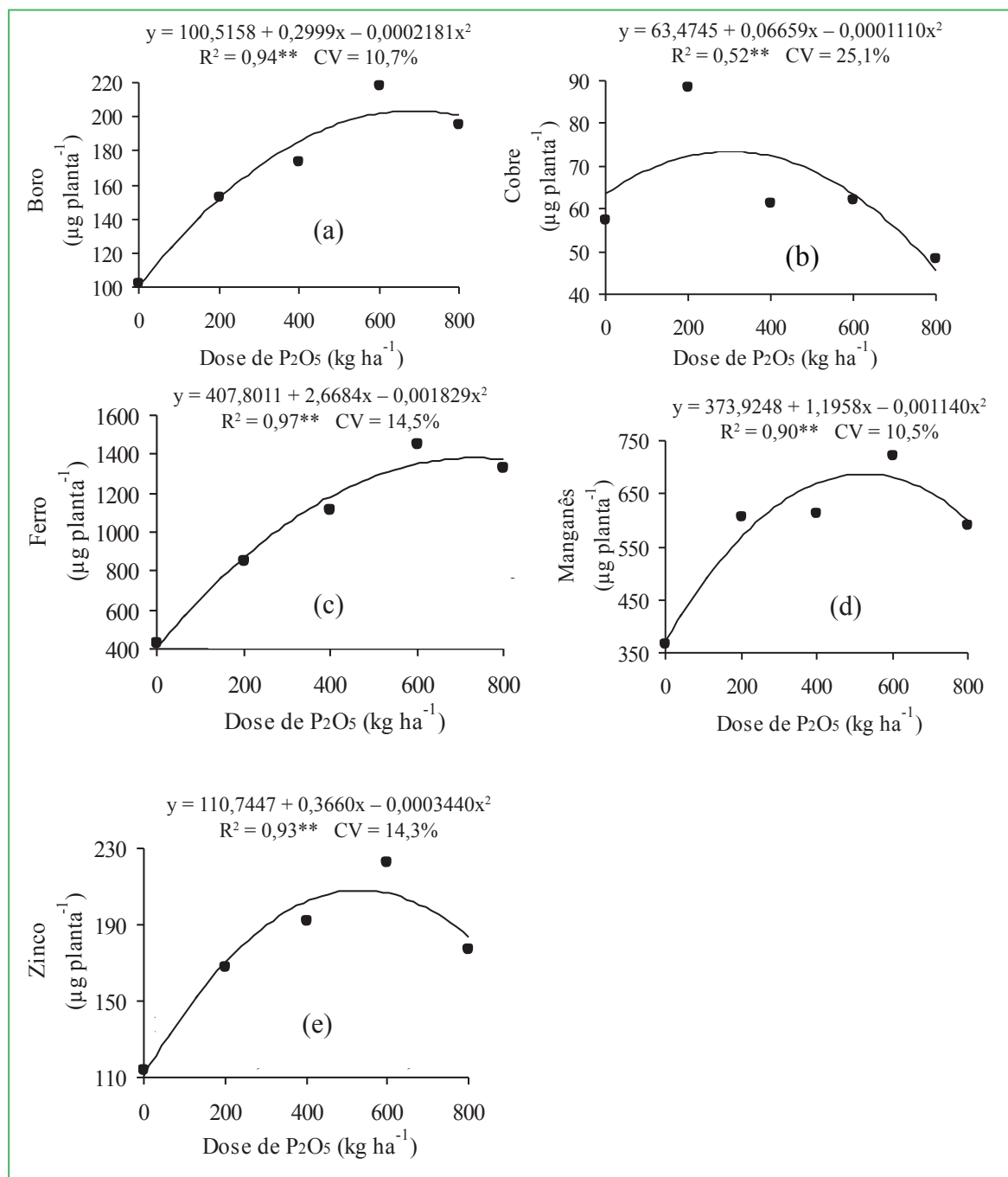


FIGURA 3: Acúmulo de boro (a), cobre (b), ferro (c), manganês (d) e de zinco (e), em alface crespa 'Verônica' em função das doses de P_2O_5 . Média de cinco repetições em cada ponto. ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F.

A maior absorção de ferro e manganês, também foi observado por Furlani (1997) na alface cultivar Verônica que obteve a seguinte ordem decrescente do acúmulo: ferro > manganês > boro > zinco > cobre e por Agapito et al. (1997) em quatro cultivares de alface que foi de: ferro > manganês > zinco > cobre.

Realizou-se a análise química das plantas de todos os tratamentos na fase de diagnose foliar com o objetivo de avaliar o estado nutricional (Tabela 1). Conforme Raij et al. (1996), os teores foliares de nitrogênio e de potássio foram adequados para todos os tratamentos, pois estiveram na faixa de 30 a 50g.kg⁻¹ de N e 50 a 80g.kg⁻¹ de K. Os teores de fósforo foram adequados apenas para o T400, T600 e T800, ressaltando-se que o T400 (400kg.ha⁻¹ de P₂O₅) é a quantidade recomendada por Raij et al. (1996), para o teor de P presente no solo utilizado no experimento, para a planta de alface para consumo de folhas, pois recomenda-se que o teor esteja na faixa de 4 a 7g.kg⁻¹ de P. Os teores de cálcio foram adequados apenas para o T200, T600 e T800, pois foram os tratamentos que tiveram teor na faixa de 15 a 25g.kg⁻¹ de Ca. Quanto ao magnésio, todos os tratamentos tiveram teor abaixo da faixa considerada adequada (4 a 6g.kg⁻¹). Os teores de enxofre foram adequados para todos os tratamentos, pois apresentaram teor de 1,5 a 2,5g.kg⁻¹ de S, exceto para o T0.

TABELA 1: Teor foliar de macronutrientes contidos na folha diagnóstica da planta de alface (coletada aos 20 dias após o transplante). Botucatu/SP, UNESP/FCA, 2003.

Tratamento (kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	N	P	K	Ca	Mg	S
T0 (0)	32	2,1	57	13	3,1	1,3
T200 (200)	35	3,3	59	15	3,5	2,0
T400 (400)	36	4,0	63	14	3,4	2,1
T600 (600)	37	4,8	64	15	3,6	2,1
T800 (800)	37	5,0	62	16	3,6	1,9

Média de cinco repetições por tratamento.

Em relação aos micronutrientes (Tabela 2), os teores de boro e de zinco estiveram abaixo da faixa considerada adequada (30 a 60 e 30 a 100mg.kg⁻¹ para

boro e zinco respectivamente). Os teores de cobre foram adequados (estiveram entre 7 a 20mg.kg⁻¹) exceto para o T0. Quanto ao ferro, os teores foram adequados para o T0, T400 e T800, pois o T200 e T600 apresentaram teores um pouco acima da faixa adequada (50 a 150mg.kg⁻¹). Os teores de manganês foram adequados para todos os tratamentos (estiveram dentro de 30 a 150mg.kg⁻¹).

TABELA 2: Teor foliar de micronutrientes contidos na folha diagnóstica da planta de alface (coletada aos 20 dias após o transplante). Botucatu/SP, UNESP/FCA, 2003.

Tratamento (kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.kg ⁻¹				
T0 (0)	25	1,5	142	76	23
T200 (200)	25	11,5	167	67	23
T400 (400)	25	7,7	122	60	23
T600 (600)	24	10,6	153	66	24
T800 (800)	23	11,2	143	59	23

Média de cinco repetições por tratamento.

Apesar de cada um dos autores citados terem realizado as pesquisas em diferentes condições ambientais, percebe-se que a ordem e a demanda pelos nutrientes em alface crespa não são muito contrastantes e podem ajudar na validação de recomendações de adubação para a alface crespa.

A dose ótima de fósforo encontrada (733kg.ha⁻¹ de P₂O₅) foi praticamente quase o dobro da recomendação de adubação para a cultura da alface, para esse tipo de solo, mas, resalta-se que como esse trabalho foi conduzido em vasos, apenas tem-se o indicativo para futuros trabalhos.

Conclui-se que a máxima produção de alface foi obtida com a dose equivalente a 733kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e a ordem decrescente de acúmulo de nutrientes nas plantas foi: K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn ~ B > Cu.

Referências

- AGAPITO, P. J. A.; CONTRERAS, N. U.; PINZON, H.; LAVERDE, P. H. Nutrient absorption in four lettuce, *Lactuca sativa* L., source materials. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 28-36, 1997.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.
- ARRUDA JÚNIOR, S. J. de; MELO, E. E. C. de; SILVA, M. O.; SOUSA, C. E. S. de; FREIRE, M. B. G. S. Produtividade e teor de P de plantas de alface em função de diferentes doses de fósforo no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, Suplemento, Resumos, 2005. CD-ROM.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.
- BONELA, G. D. **Adubação fosfatada e potássica para alface em Latossolo com teores altos de P e K disponíveis**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2010.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. M. A. S. Métodos de análises químicas, mineralógicas e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 106, p. 1-94, 1986.
- CÉZAR, V. R. S. **Efeito do processo de compostagem sobre a solubilização e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fósforo**. 2005. 66 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2005.
- COUTINHO, E. L. M. Adubação fosfatada em cultivares de alface cultivada em solos deficientes. **Nucleus**, Ituverava, v. 5, n. 2, p. 279-288, 2008.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.
- FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BRANCO, R. B. F. Produção de alface crespa em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 01, p. 9-15, 2009.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. Asteráceas – Alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F. A. R. (Ed.). **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Cap. 17. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-295.
- FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998, 30 p. (Boletim técnico, 168).
- GRANGEIRO, L. C.; KAMARGO, R. C.; MEDEIROS, M. A. de.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z. de; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semiárido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 190-194, 2006.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 95, p. 1-5, 2001.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafôs, 1993. p. 141-148.
- LANA, R. M. Q.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, J. C.da. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 525-528, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafôs, 1997. 319 p.
- MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 620-622, 2003.
- NAGATA, R. T.; SANCHEZ, C. A.; COALE, F. J. Crisphead lettuce cultivar response to fertilizer phosphorus. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 5, p. 717-720, 1992.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. 'Piraroxa': cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 158-159, 2005.
- SALDANHA, T. R. F. da. C.; NEGREIROS, M. Z. de.; BEZERRA NETO, F.; GUIMARÃES, R. A. S. Cultivares de alface crespa em sistemas solteiro e consorciado com cenoura. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, p. 176-184, 2005.
- 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.
- SANCHEZ, C. A.; SWANSON, S.; PORTER, P. S. Banding phosphorus to improve fertilizer use efficiency of lettuce. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, p. 581-584, 1990.
- SANTOS, F. N.; ARAÚJO, J. R. G.; COSTA, E. M. R. C.; COSTA, E. P. B.; SILVA, J. C. B.; SILVA, J. R.; FREITAS, L. M.; VELOSO, T. R. G. Avaliação de cultivares de alface sob as condições de cultivos a ambiente protegido e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, Suplemento, Resumos, 2005. CD-ROM.
- SILVA, N. F. da.; SILVA, D. E. da.; TEIXEIRA, W. S.; SONNENBERG, P. E. Crescimento e produção de cultivares de alface em função de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, Suplemento, Resumos, 2006. CD-ROM.
- VIANA, E. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Produção de alface adubada com termofosfato e adubos orgânicos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 217-224, 2008.