

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE ADUBADAS COM SILIFÉRTIL®

Regina Lúcia Félix Ferreira
Eng.^a. Agr.^a. D.Sc. Fitotecnia. Bolsista Prod/UFAC
E-mail: reginalff@yahoo.com.br

Rovilson José de Souza
Eng.^o. Agr.^o. D.Sc. Fitotecnia, Prof.^o. Dept.^o. Agricultura – Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras, MG.
E-mail: rovilson@ufla.br;

Janice Guedes de Carvalho
Eng.^o. Agr.^o. D.Sc. Solos, Prof.^o. Dept.^o. Solos – Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras, MG.;
E-mail: janice@ufa.br

Sebastião Elviro de Araújo Neto
Eng.^o. Agr.^o. D.Sc. Fitotecnia, Prof.^o. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – UFAC. Rio Branco, AC.
E-mail: selviro2000@yahoo.com.br

Jony Eishi Yuri
Eng.^o. Agr.^o. D.Sc. em Fitotecnia.
E-mail: jonyyuri@uol.com.br

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de campo, a produtividade e o estado nutricional de cultivares de alface adubadas com Silifétil®. O experimento foi conduzido no município de Santana da Vargem, sul de Minas Gerais, no período de setembro a novembro de 2002, no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4 com 3 tratamentos adicionais: cultivares de alface: Raider (grupo crespa repolhuda); Regina (grupo solta lisa) e Vera (grupo solta crespa) e quatro doses de Silifétil® (0, 1, 2 e 4 t ha⁻¹). Os tratamentos adicionais foram compostos pela aplicação de 3,5 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico para as três cultivares. O estado nutricional das plantas de alface foi avaliado pelo Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação. A aplicação de Si na forma de Silifétil® não aumentou a produtividade das cultivares de alface Rider, Regina e Vera. Também não aumentou o teor de Si na parte aérea da alface, mas aumentou o valor do índice DRIS para Si, não afetando os teores da maioria dos outros nutrientes analisados, com exceção dos teores de K e Zn. O teor de K diminuiu em função polinomial inversa, com ponto de mínima em 1,89 t ha⁻¹ de Silifétil® e, sem ajustar, estatisticamente, uma curva de regressão, o teor de Zn, diminuiu com o aumento da dosagem de Silifétil®. A adubação com Silifétil®, não promoveu um melhor estado nutricional para a alface cultivada.

Palavras-Chave: *Lactuca sativa* L.; nutrição mineral; resíduo siderúrgico.

EVALUATION LETTUCE CULTIVARS FERTILIZER WITH SILIFÉRTIL®

ABSTRACT - The trial was carried out at Santana da Vargem, State of Minas Gerais, Brazil, from September to November 2003, with the objective of evaluating the productivity and nutritional state of lettuce cultivars in function of the Si addition. The experimental design was in randomized blocks with four replicates, in factorial arrangement with additional treatments: 3 x 4 +3, composed by three lettuce cultivars: Raider (group crisphead); Regina (group loosen smooth) and Vera (group loosen crisp) and four Silifétil® rates (0, 1, 2 and 4 t ha⁻¹). The additional treatments were composed by the application of 3.5 t.ha⁻¹ of Limestone for the three cultivars. The nutritional status of lettuce was evaluated by Diagnosis and Integrated Recommendation System. The application of Si in the form of Silifétil® do not increase the yield of the lettuce Rider, Regina and Vera. The fertilization with Silifétil® do not increase the silicon concentration in the aerial part of the lettuce, increase the DRIS indice for Si, but do not change the concentrations of most of the nutrients analyzed, except for the concentration of the K and Zn. The concentration of K decreased in function inverse polinomial, with low point in 1,89 t ha⁻¹ of Silifétil®, and without adjusting, a regression curve, the tenor of Zn, decreased with the increase of the rate of Silifétil®. The fertilization with Silifétil® do not promote one better nutritional status for lettuce crops.

Key Words: *Lactuca sativa* L. plant nutrition; siderurgical residue.

INTRODUÇÃO

A cultura da alface vem adquirindo importância crescente, principalmente na região sul de Minas Gerais, devido às suas condições edafoclimáticas favoráveis. Atualmente, nesta região, são cultivadas as alfaces tipo americana (repolhuda-crespa) visando atender, principalmente, às redes de “fast food” (YURI, 2000), além de outras alfaces de grupos distintos, como a solta-crespa e a solta-lisa.

O crescimento e a produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho, milheto, trigo, etc) e algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, soja, tomate, alface e repolho) têm mostrado aumentos de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas, por meio da ocorrência de vários processos fisiológicos desejáveis ao desenvolvimento vegetal (KORDÖRFER & DATNOFF, 1995).

Quanto à aquisição de Si pelas plantas, as mesmas diferem na capacidade de absorvê-lo. Até mesmo genótipos de uma mesma espécie podem apresentar concentrações de Si diferentes (NABLE et al., 1990). Lanning (1960) encontrou diferenças marcantes no teor de Si, nos diferentes órgãos, entre cultivares de morangueiros.

A alface é uma espécie não acumuladora de Si, no entanto, faz-se necessário avaliar o o comportamento desta espécie em resposta a adubação com Si, neste caso, através do Silifétil® via solo, pois em alface americana, há resultado de maiores rendimentos com aplicação via foliar de Si na forma de silicato de potássio (RESENDE et al., 2003) ou via hidroponia (VOOGT & SONNEVELD, 2001).

A absorção de Si ou outros elementos presentes no Silifétil®, pode promover maiores rendimentos desta cultura, por diminuir o número de folhas danificadas (senescentes, praguejadas ou doentes), aumentando assim, a massa comercial por “cabeça” de alface.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o rendimento físico e o estado nutricional de cultivares de alface adubadas com Silifétil® em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Santana da Vargem, no período de setembro a dezembro de 2002, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999). O solo da área experimental apresentou as seguintes características químicas: pH (água - 1:2,5) = 4,3; K = 102 mg dm⁻³; Ca = 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,7 cmol_c dm⁻³; H + Al = 0,5 cmol_c dm⁻³; P = 3 mg dm⁻³.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4 com 3 tratamentos adicionais: três cultivares de alface: Raider (grupo crespa repolhuda); Regina (grupo

solta lisa) e Vera (grupo solta crespa) e quatro doses de Silifétil® (0, 1, 2 e 4 t ha⁻¹). Os tratamentos adicionais foram compostos pela aplicação de 3,5 t ha⁻¹ de calcário para as três cultivares, de acordo com a análise do solo. Não se corrigiu o solo para os tratamentos com aplicação de Silifétil®, em virtude do poder corretivo deste fertilizante, pois possui alta concentração de Ca e Mg, a calagem fez parte apenas dos tratamentos adicionais.

As parcelas experimentais constituíram-se de canteiros cobertos com plástico prateado dupla face, com quatro linhas de 2,0 m de comprimento, espaçadas de 0,30 m, e entre plantas de 0,35 m. Os canteiros foram cobertos por estruturas de proteção (túnel alto - 2,0 m de altura, coberto por filme aditivado). A adubação de plantio baseou-se na análise de solo e necessidade da cultura e constou de 30 kg ha⁻¹ de N, 400 kg ha⁻¹ de P e 25 kg ha⁻¹ de K, aplicados nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio. As adubações de cobertura foram realizadas via fertirrigações diárias, totalizando 40 kg ha⁻¹ de N e 95 kg ha⁻¹ de K, utilizando como fontes uréia e cloreto de potássio.

A fonte de silício utilizada foi o silicato de cálcio, na forma comercial de Silifétil (escória de siderurgia) composto de: SiO₂ - 42 dag kg⁻¹, Ca - 40 dag kg⁻¹, Mg - 9 dag kg⁻¹, Fe - 1,9 dag kg⁻¹, P - 1 dag kg⁻¹, K - 1 dag kg⁻¹, Mn - 6 dag kg⁻¹, S - 1 dag kg⁻¹, Zn - 2000 mg kg⁻¹, B - 500 mg kg⁻¹, Cu - 500 mg kg⁻¹, Mo - 150 mg kg⁻¹, Co - 150 mg kg⁻¹. A escória de siderurgia é a junção do calcário, o minério de ferro e o carvão, onde são submetidos a uma temperatura de 1900°C, que promove a redução do ferro e a produção de compostos indesejáveis (material inerte do minério do carvão) que não foram reduzidos. Estes combinam com cálcio e magnésio do calcário dando origem à escória.

A colheita foi efetuada 75 dias após a semeadura para as cultivares Regina e Vera e 85 dias para a cultivar Raider. As características avaliadas foram: massa fresca do produto comercial, número de folhas comerciáveis, massa seca da parte aérea e teores de macro e micronutrientes, além do Si.

A parte aérea das plantas, posteriormente à análise da massa seca, foi moída e as amostras avaliadas quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn. As amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica para determinação dos teores de macro e micronutrientes, exceto N e B, cujas amostras foram submetidas à digestão via seca. As concentrações de Ca, Mg, Cu, Fe e Mn foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; o K por fotometria de chama; P e B por colorimetria; enxofre por turbidimetria e o N foi determinado pelo método de Kjeldahl (MALAVOLTA et al. 1997). Os teores de Si nos tecidos foram determinados pelo método colorimétrico do “azul-de-molibdênio” proposto por Gallo e Furlani (1978).

Para a avaliação do estado nutricional das plantas utilizou-se os índices DRIS. Na obtenção das normas DRIS, foram usados dados de amostras do tercil de maior

peso comercial de plantas de alface cultivadas em condições de casa de vegetação e em condições de campo, sendo 20 plantas para cada uma das condições de cultivo, obtendo-se as médias e desvio padrão para cada relação binária entre dois nutrientes, na forma inversa e direta. No cálculo dos índices DRIS adotou-se a fórmula de JONES (1981), considerando todas as funções binárias possíveis entre os nutrientes, na forma direta e indireta (BATAGLIA et al; 1990; Alvarez e Leite, 1992). Na interpretação dos índices DRIS, foram consideradas

deficientes as plantas com índice DRIS negativo e, suficiente aquelas com com índice DRIS positivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo apenas entre cultivares, para a maioria das características, não havendo efeito do Silifertil[®], exceto para os teores de Mg, Ca e Zn (Tabela 1), portanto, a adubação com Silifertil[®] não alterou a produção (Tabela 2) e pouco a nutrição da planta (Tabelas 1).

TABELA 1. Índice DRIS para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), silício (Si), manganês (Mn), ferro (Fe), boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu) encontradas na matéria seca da parte aérea de cultivares de alface. Lavras, MG, UFLA, 2004.

Fonte de variação	N	P	K	Mg	Ca	Si	Mn	B	Zn	Cu	Fe
Cultivar											
Rider	0,35b	0,48a	-0,39a	0,13a	-0,29 a	0,19b	-0,39a	-0,33b	-0,11b	0,44a	0,01a
Regina	0,49b	0,38a	-0,40ab	0,10a	-0,62b	0,21b	-0,32a	-0,29ab	0,23a	0,35a	0,07a
Vera	0,70a	0,57a	-0,44b	-0,35b	-0,27a	0,51a	-0,19a	-0,20a	-0,19b	0,32a	-0,05a
Doses de Silifertil											
Silifertil 0 t ha ⁻¹	0,60a	0,52a	-0,40a	-0,20a	-0,41a	0,34a	-0,43a	-0,25a	-0,08a	0,33a	0,15a
Silifertil 1 t ha ⁻¹	0,47a	0,47a	-0,41a	0,07a	-0,34a	0,33a	-0,24a	-0,31a	-0,08a	0,35a	-0,13a
Silifertil 2 t ha ⁻¹	0,44 ^a	0,49a	-0,41a	0,09a	-0,51a	0,31a	-0,26a	-0,33a	0,12a	0,40a	0,14a
Silifertil 4 t ha ⁻¹	0,54a	0,43a	-0,42a	-0,13a	-0,30a	0,23a	-0,28a	-0,20a	-0,06a	0,41a	-0,13a
C.V. (%)	34,3	46,0	14,5	35,0	93,1	69,9	77,13	60,6	34,3	131,0	55,0

Ns, * e ** - Não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

A diferença encontrada entre as cultivares é decorrente das características genéticas de cada uma, principalmente por serem de grupos diferentes.

Jones e Handreck (1967) dividiram as plantas em três grupos distintos de acordo com a concentração de silicato (SiO₂) encontrado na matéria seca: 1) acumuladoras de silício, contendo mais de 1% de silício e com uma relação molar silício/cálcio maior que 1, arroz e cana-de-açúcar são exemplos típicos deste grupo de plantas; 2) não acumuladoras, com menos de 0,5 % de silício, exemplo típico é o tomateiro, que acumula a maior parte do silício nas raízes; 3) intermediárias, com 0,5 a 1,0% de silício ou mais de 1% de silício, porém, com uma taxa silício/cálcio menor que 1%.

Em condições de campo, Mengelle (1999), também não verificou efeito das doses de silicato de cálcio sobre a massa seca da parte aérea do tomateiro cultivar Débora Plus, outra espécie não acumuladora de Si. Resultados semelhantes foram verificados por LANA et al., (2002), em que os teores de silício nas raízes, caule e folhas de tomateiro cultivar Débora Plus, não diferiram estatisticamente com as doses crescentes de silicato de cálcio.

Não foram observadas diferenças significativas para o efeito do Silifertil[®] nos teores foliares de N (3,23 dag kg⁻¹), P (0,46 dag kg⁻¹), K (6,58 dag kg⁻¹), Si (0,17 dag kg⁻¹), Mn (45,9 mg kg⁻¹), Fe (136,73 mg kg⁻¹), B (407,59 mg kg⁻¹) e Cu (27,61 mg kg⁻¹). Houve diferenças significativas para o

efeito do Silifertil[®] nos teores de Mg (0,05 dag kg⁻¹), Ca (0,80 dag kg⁻¹), S (0,32 dag kg⁻¹) e Zn (70,46 mg kg⁻¹) (Tabela 1).

O baixo teor de Si pela adição de Silifertil[®], provavelmente, foi decorrente do fato das plantas não serem acumuladoras de Si, uma vez que foram encontrados baixos índices de Si em seus tecidos foliares (0,11 dag kg⁻¹ a 0,22 dag kg⁻¹). Destaca-se que apesar do baixo teor nos tecidos foliares, todas as variedades e doses apresentaram valores positivos para o índice DRIS de Si, indicando provavelmente um efeito de diluição (JARREL e BEVERLY, 1980): os baixos valores são explicados por uma taxa de crescimento líquido maior que a taxa de absorção, sem implicar, necessariamente em deficiência nutricional.

A maior disponibilidade de Si pela aplicação do Silifertil[®], conjugada pela ausência de resposta da alface em absorver este nutrientes nas proporções em que foi aplicado, enquadra esta planta como não acumuladora de silício, de acordo com a classificação proposta por Jones & Handreck (1967).

Houve diferença significativa da concentração de Zn quando aplicou-se Silifertil[®], (Tabelas 1), porém, a regressão dos dados não ajustou-se.

TABELA 2. Efeito da aplicação de Silifétil® em solo tipo Latossolo Vermelho Distroférico sobre o número de folhas comerciáveis, massa fresca comercial, matéria seca da parte aérea, perda de massa. Lavras, MG, UFLA, 2004.

Tratamentos	Cultivares		
	Raider	Regina	Vera
Número de folhas comerciáveis			
Silifétil 0 t ha ⁻¹	21,8	35,0	16,9
Silifétil 1 t ha ⁻¹	22,9	37,0	17,3
Silifétil 2 t ha ⁻¹	22,7	33,2	17,8
Silifétil 4 t ha ⁻¹	22,4	36,3	18,2
Média	b	35,4 a	17,5 c
Calcário 3,5 t ha ⁻¹	22,4 b	33,8 a	18,8 c
Massa fresca comercial (g)			
Silifétil 0 t ha ⁻¹	453,1	249,8	174,2
Silifétil 1 t ha ⁻¹	434,3	261,7	177,6
Silifétil 2 t ha ⁻¹	437,6	216,9	198,6
Silifétil 4 t ha ⁻¹	539,4	248,5	202,9
Média	466,1 a	244,2 b	188,3 b
Calcário 3,5 t ha ⁻¹	475,4 a	207,7 b	203,2 b
Massa seca da parte aérea (g)			
Silifétil 0 t ha ⁻¹	13,4	12,2	9,2
Silifétil 1 t ha ⁻¹	13,1	12,3	9,1
Silifétil 2 t ha ⁻¹	14,4	10,5	10,0
Silifétil 4 t ha ⁻¹	14,5	12,4	9,5
Média	13,9 a	11,9 b	9,4 c
Calcário 3,5 t ha ⁻¹	13,55 a	10,7 b	10,8 b

¹ Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

Kordorfer et al. (1999) e Santos (2002) relatam que o teor de Si possui correlação positiva com outros nutrientes, como N, P, K, Ca e Mg.

Ma e Takahashi (1990) afirmam que o silício também pode interagir com o nitrogênio e fósforo. Alguns estudos têm demonstrado que a presença do Si pode aumentar o aproveitamento do P pelas plantas, principalmente em solos intemperizados (SANCHES e UEHARA, 1980), caso que não aconteceu neste trabalho, em que as plantas

apresentaram-se bem nutridas para N e P, não sendo, assim, esperada uma interação positiva neste caso.

Por outro lado, em relação ao teor de potássio houve interação entre os fatores cultivares x Silifétil® (Tabela 3), mas somente a cultivar Regina respondeu à aplicação de Silifétil®, cuja resposta pode ser representada pela função polinomial inversa, com ponto de mínima em 1,89 t ha⁻¹ com 6,0 dag.kg⁻¹ de potássio (Figura 1).

TABELA 3. Porcentagem de potássio na matéria seca da parte aérea das três cultivares de alface cultivadas em Latossolo Vermelho Distroférico adubado com Silifétil®. Lavras, MG, UFLA, 2004.⁽¹⁾

Tratamentos	Cultivares			Média
	Raider	Regina	Vera	
Silifétil 0 t ha ⁻¹	6,57 Aab	7,15 Aab	6,21 Ab	6,64 A
Silifétil 1 t ha ⁻¹	6,37 Aa	6,06 Ca	6,34 Aa	6,25 A
Silifétil 2 t ha ⁻¹	6,87 Aa	6,14 BCa	6,60 Aa	6,54 A
Silifétil 4 t ha ⁻¹	6,37 Ab	7,33 Aa	6,14 Ab	6,61 A
Média	6,54 a	6,67 a	6,32 a	-
C.V. 8,40%				

(1) Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

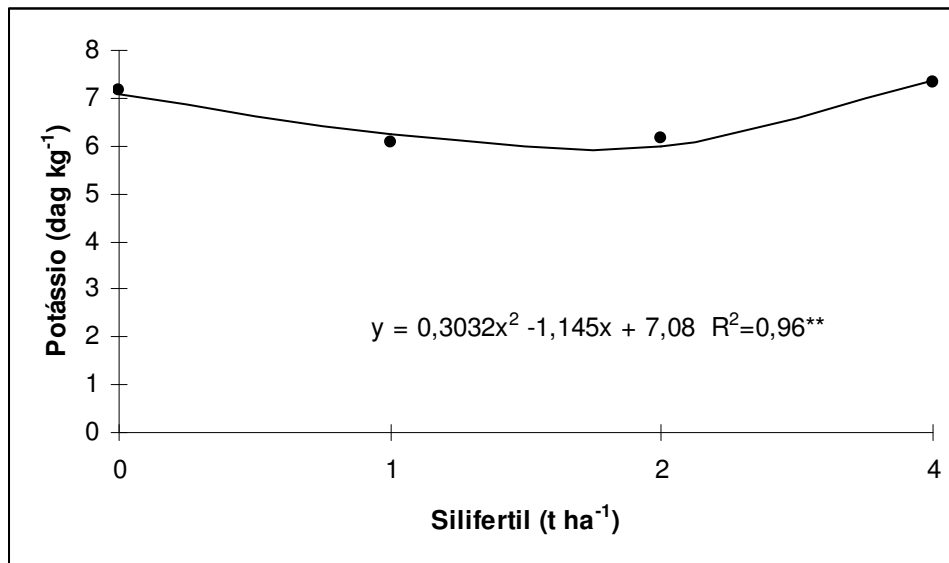


Figura 1. Teor de potássio na massa seca da parte aérea da alface cv. 'Regina' cultivada em Latossolo Vermelho Distroférico adubado com Silifertil®. Lavras, MG, UFLA, 2004.

Apesar das concentrações de potássio presentes nos tecidos foliares, de 6,06 a 7,33 dag.kg⁻¹, serem consideradas adequadas (MALAVOLTA, 1992), a resposta ao potássio (aplicado em pequenas quantidades pelo baixo teor no produto comercial), é um indicativo de deficiência nutricional para este elemento, o que é corroborado pelo fato de que em todas as doses de Silifertil®, as plantas foram deficientes em K, com o índice DRIS de K diminuindo de -0,40 no tratamento sem Silifertil® para -0,42 no tratamento com a maior dose do produto, apesar de neste caso não haver, para o estado nutricional das plantas, interação das doses de Silifertil® com as cultivares.

Portanto, está claro que a adição do produto comercial não melhorou o estado nutricional das plantas para K, o que poderia, inclusive, ser responsável pela ausência de resposta à adubação, explicando que as plantas não apresentaram melhor desempenho agrônomo para todas as variáveis de produção avaliadas.

Epstein (1994) relata correção negativa do teor de Si com Al, Fe e Mn. No caso específico do Mn, a aplicação de Silifertil® não afetou o equilíbrio nutricional para Mn, que permaneceu na faixa de -0,42 a -0,24 para o índice DRIS de Mn. Em relação ao Fe, as cultivares apresentaram comportamento distinto. A cultivar Regina foi suficiente para Fe na ausência de Silifertil® (índice DRIS 0,58), apresentando deficiência com as aplicações do produto comercial (índices DRIS de -0,25 e -0,18), à exceção da maior dose onde, apesar de menor valor para o índice DRIS em relação a testemunha, este foi positivo (0,14). Este comportamento é compatível com a expectativa da correlação negativa entre o teor de Si e o de Fe. Por outro lado, a cv. Vera apresentou deficiência de Fe no tratamento sem Silifertil® (-0,32), porém, de forma anômala, esta deficiência não foi agravada pela aplicação de Silifertil®.

Possivelmente, a forma como foi aplicado o Silifertil®, via solo e o tipo de silicato utilizado, uma forma não prontamente disponível para a planta, pode ter sido responsável pela baixa disponibilidade de Si para as plantas e, conseqüentemente, não promovendo as interações esperadas. Isto indica que outras formas ou fontes de silício devem ser avaliadas, visto os resultados positivos encontrados para a cultura da alface em condições de aplicação de Si com alta disponibilidade, como em hidroponia (VOOGT e SONNEVELD, 2001) e aplicações foliares (RESENDE et al., 2003).

A aplicação de calcário não apresentou melhoria na produção, em relação aos tratamentos com aplicação de Silifertil®, o que pode ser explicado pela elevada saturação de bases (83%) e teores adequados de Ca + Mg trocável (2,3 cmol kg⁻¹), apesar do baixo pH do solo (4,3). Portanto, os efeitos que poderiam ser esperados pela correção da acidez, com a aplicação de calcário ou da escória, como neutralização da acidez do solo e ao fornecimento de nutrientes como Ca e Mg (PRADO et al., 2002), não seria possível dado a riqueza do solo em bases trocáveis.

CONCLUSÕES

- A alface é uma espécie não acumuladora de Si.
- O Silifertil® que é recomendado como fertilizante/corretivo não promoveu o fornecimento de nutrientes e interação com a maioria dos nutrientes na planta de alface.
- As cultivares de alface apresentaram respostas distintas na absorção de nutrientes e características agrônomicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEFELIPO, P. V. et al. Eficiência Agronômica de um resíduo de indústria siderúrgica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 127-131, 1992.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de informações (SPI), 1999. 412 p.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 91, n.1, p. 11-17, Jan. 1994.
- GALLO, J. R.; FURLANI, P. R. Determinação de silício em material vegetal pelo método colorimétrico do azul de molibdênio. **Bragantia**, Campinas, v.37, n.2, p.5-11, 1978.
- GARCIA, N. C. P. et al. Absorção de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 246-247, 2000. Resumo.
- JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants, and animals. **Advances in Agronomy**, New York, v. 19, p. 107-149, 1967.
- KORNDÖRFER, G. H. et al. efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23: 635-641, 1999.
- KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças de cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**. n. 70. p. 1-3, 1995.
- LANA, R. M. Q. et al. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, 2002. Suplemento 2.
- LANNING, F. C. Nature and distribution of silica in strawberry plants. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 76, p 349-358, 1960.
- MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on growth and phosphorus uptake of rice. **Plant Soil**, v. 126, p. 115-119, 1990.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, p. 319. 1997.
- MENGELLE, E. R. **Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro**. UFU – Universidade Federal de Uberlândia. 1999, 32 p. Monografia.
- NABLE, R. O. et al. Uptake of boron and silicon barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. **Annals of Botany**, v.66, p.83-90, 1990.
- PRADO, R. de. M. et al. Avaliação de escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 539-546, 2002.
- RESENDE, M.G. de. et al. Adubação foliar com silício em alface americana (*Lactuca sativa L.*) em cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.2, p. 374, 2003. suplemento.
- SANCHES, P.; UEHARA, G. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In: KHASAWNECH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. **The role of phosphorus in agriculture**. Madison, p. 471-514. 1980.
- SANTOS, D. M. dos. **Efeito do silício na intensidade da cercosporiose (*Cercospora coffeicola Berk. & Cooke*) em mudas de Cafeeiro (*Coffea arabica L.*)**. Lavras: UFLA, 2002. 43 p. Tese de Mestrado.
- VOOGT, W.; SONNEVELD, C. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: **Silicon in Agriculture**. DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. Eds. Elsevier Science, p. 17-39, 2001.
- YURI, J. E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do Sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2000. 51p. Tese de Mestrado em Fitotecnia.