

## **Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alface pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido**

*Growth and nutrient concentrations in the lettuce tissue by lime and paper residues application in an acid soil*

**Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>1</sup>, André Nunes Loula Tôrres<sup>2</sup>, José Alfredo da Fonseca<sup>1</sup>, João Ribeiro Teixeira<sup>3</sup>**

Recebido em 26/08/2005; aprovado em 11/08/2006.

### **RESUMO**

Os resíduos produzidos pelas indústrias que reciclam papel, também conhecidos como lodo ETE, apresentam constituintes que podem atuar como corretivos da acidez do solo e como fonte de nutrientes, principalmente cálcio. No entanto, nesses resíduos também existem metais pesados, que podem provocar impacto ambiental. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de calcário dolomítico e dois tipos de resíduos de indústria recicladora de papel sobre o crescimento e o teor de nutrientes e metais pesados no tecido da alface. Avaliaram-se os efeitos de cinco doses de calcário dolomítico e de dois tipos de resíduos de reciclagem de papel sobre o crescimento e os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, zinco, ferro, manganês, sódio, boro, cádmio, cromo, níquel, chumbo e mercúrio no tecido da alface. A aplicação de calcário e dos dois tipos de resíduo de reciclagem de papel aumentou a massa seca da parte aérea da alface. Os teores de nutrientes e de metais pesados não foram afetados pelos tratamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** correção do solo, metais pesados, ambiente.

### **SUMMARY**

The residues produced by paper recycling industries, commonly known as paper mill sludge, present some

constituents that can correct soil acidity and act as nutrients source, mainly calcium. However, these residues may also have heavy metals, which can cause environmental impact. The aim of this work was to evaluate the effect of different rates of lime and two kinds of recycling paper industry residues on the growth and mineral composition (nutrients and heavy metals) of lettuce tissue. The effect of lime and two kinds of recycling paper industry residues, applied in five doses, on lettuce dry mass and lettuce tissue levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, copper, zinc, iron, manganese, sodium, boron, cadmium, chromium, nickel, lead and mercury were evaluated. The application of lime and two kinds of recycling paper industry residues increased lettuce dry mass and did not affect lettuce tissue levels of nutrients and heavy metals concentration.

**KEY WORDS:** soil liming, heavy metals, environment.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, um dos maiores entraves ao aumento da produção agrícola é a acidez do solo (ABREU JR. et al., 2003). O produto mais amplamente utilizado pelos agricultores para corrigir a acidez do solo é o calcário, notadamente o dolomítico, que apresenta alta concentração de magnésio. Por outro lado, as indústrias que fabricam papel reciclado geram eleva-

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, km 219,5, bairro Campo da Água Verde, CP 216, 89.460-000, Canoinhas, SC. E-mail: balbinot@epagri.rct-sc.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia – Adab. E-mail: anltorres@bol.com.br.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Fundação Vida. E-mail: joao@vida-e.com.br.

das quantidades de resíduos, também denominados lodos ETE (aparas), os quais apresentam em sua composição elementos que podem corrigir a acidez do solo, assim como os resíduos de fábricas de celulose (SUZUKI, 1991). Em geral, esses resíduos são depositados em aterros sanitários, operação onerosa e que concentra os resíduos em uma área restrita.

A composição química dos resíduos de reciclagem de papel é afetada pelas características das aparas que chegam à indústria, em especial a concentração de tinta. As aparas podem ser divididas em dois grupos: apara natural (jornais, revistas, papelão) e apara branca (folhas brancas de papel). De acordo com o tipo de material reciclado, há mudanças na composição química dos rejeitos.

Nesses mesmos resíduos, também são encontrados metais pesados, que potencialmente podem provocar impacto ambiental, por interferirem na cadeia alimentar e possuírem elevada persistência no ambiente (TAIZ e ZEIGER, 1998; SILVEIRA et al., 2003) e mesmo fitotoxicidade às culturas (TAIZ e ZEIGER, 1998; MATIAZZO e ANDRADE, 2000). Metais pesados como cobre, cobalto e zinco são micronutrientes essenciais para que as plantas possam completar seu ciclo de desenvolvimento. Contudo, quando há aumentos acentuados nos níveis desses elementos, os mesmos podem se tornar tóxicos às plantas (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1984; TAIZ e ZEIGER, 1998). Além disso, em resíduos como o lodo de aparas de papel existem metais pesados que não servem como nutrientes às plantas, tais como: cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel. A fitotoxicidade de muitos metais pesados decorre da sua habilidade em causar danos oxidativos aos tecidos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 1998). As plantas apresentam dois mecanismos principais de detoxificação de metais pesados, a complexação com compostos orgânicos e a compartimentalização dos metais no vacúolo (TAIZ e ZEIGER, 1998). Assim, plantas que se desenvolvem em solo com altos níveis de metais pesados podem apresentar elevada concentração desses elementos e, potencialmente, causar danos à saúde dos consumidores desses produtos (CARNEIRO et al., 2002; SILVEIRA et al., 2003; WANG et al., 2003; GRANATO et al., 2004).

Todavia, ainda não há legislação para as condições dos solos brasileiros que regulamente os teores máximos de metais pesados em solo e em grãos.

Assim, além da avaliação dos efeitos da aplicação desses resíduos sobre o crescimento, desenvolvimento e produção das culturas, é necessário avaliar os teores de metais pesados no solo e nos tecidos das plantas, a fim de prever possíveis impactos ambientais, por alteração da cadeia trófica e contaminação do lençol freático e risco à saúde humana.

A hipótese desse estudo é de que a aplicação de resíduos de reciclagem de papel em um solo ácido aumenta o crescimento da alface plantada nesse, sem alterar os teores de metais pesados no tecido vegetal. O objetivo desse trabalho foi avaliar, em vasos, os efeitos de diferentes doses de resíduos de reciclagem de papel (aparas natural e branca) e calcário dolomítico sobre o crescimento da alface e teores de nutrientes e metais pesados no tecido vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação na Estação Experimental da Epagri, em Canoinhas, SC, entre os meses de abril e setembro de 2004.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de calcário dolomítico e dois tipos de resíduos de reciclagem de papel (aparas natural e branca). As doses de calcário utilizadas foram equivalentes a 13,3; 26,6; 39,9; 53,2 e 66,4 t/ha (produto comercial: PRNT = 79%). Essas doses correspondem a 50, 100, 150, 200 e 250% da dose recomendada para elevar o pH<sub>água</sub> a 6,0 (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 1994). As doses, em base úmida, de resíduos de reciclagem de apara natural foram equivalentes a 85,2; 170,4; 255,6; 340,8 e 426 t/ha e da apara branca a 45,4; 90,9; 136,3; 181,7; 227,2 t/ha. Essas doses foram estabelecidas de acordo com a umidade do produto e o valor de neutralização, e correspondem às seguintes doses do calcário utilizado (PRNT = 79%): 9,0; 18,1; 27,2; 36,2 e 45,3 t/ha. Avaliou-se, ainda, um tratamento testemunha, sem

Tabela 1- Características químicas dos resíduos de reciclagem de papel avaliados no experimento.

Características	Resíduo de apara natural	Resíduo de apara branca
Umidade (g/100g)	65	66
pH	7,6	7,3
Carbono orgânico (g/100g)	15	13
Nitrogênio (TKN) (g/100g )	0,28	0,19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (g/100g )	0,16	0,18
K <sub>2</sub> O total (g/100g )	0,11	0,11
CaO total (g/100g )	13	22
MgO total (g/100g )	0,83	0,42
Enxofre total (g/100g )	0,07	0,17
Cobre total (mg/kg)	176	91
Zinco total (mg/kg)	132	321
Ferro total (g/100g )	0,28	0,22
Manganês total (mg/kg)	59	55
Sódio total (g/100g )	0,66	0,45
Boro total (mg/kg)	11	17
Chumbo total (mg/kg)	27	23
Níquel total (mg/kg)	< 5	35
Cádmio total (mg/kg)	< 2	< 2
Cromo total (mg/kg)	46	10
Mercurio (mg/kg)	0,04	0,01
Molibdênio (mg/kg)	< 15	<15
Cobalto total (mg/kg)	16	23
Alumínio total (g/100g )	6,3	5,1
Cinzas (g/100g )	71	72
Cond. Elétrica (µS/cm)	129	2,8
Valor de neutralização (%)	24	45

Obs.: Resultados expressos no material seco a 75°C – método TEDESCO et al. (1995).

aplicação de qualquer produto. As características químicas dos dois tipos de resíduos utilizados no experimento são apresentadas na Tabela 1.

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com 2 dm<sup>3</sup> de solo em base seca. Utilizaram-se amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de um Cambissolo Húmico, no município de Canoinhas, no Planalto Norte de Santa Catarina, o qual apresentava as seguintes características: 62% de argila; pH<sub>água</sub>=4,1; pH<sub>SMP</sub>=4,2; P=1,2 mg/dm<sup>3</sup>; K=44 mg/dm<sup>3</sup>; matéria orgânica=2,9 %; Al=6,2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca=0,8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg=0,4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Na=3 mg/dm<sup>3</sup>; H+Al=18,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; soma de bases=1,33 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC=19,42 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e saturação de bases=6,83 %.

Após a aplicação dos tratamentos, o solo foi umedecido até aproximadamente 80% da capacidade de campo. Transcorridos três meses de incubação, determinou-se o pH<sub>água</sub> e a relação Ca/Mg do solo. No mesmo dia, transplantou-se duas mudas de alface, cultivar White Boston, em cada vaso. Após 15 dias, manteve-se apenas uma planta por vaso. Escolheu-se a alface por se tratar de uma espécie de crescimento rápido e que possui morfologia de planta adequada à visualização de sintomas de deficiência ou toxidez de algum nutriente. Durante a condução do experimento, não adicionou-se qualquer fertilizante no solo e irrigou-se diariamente os vasos por meio de aspersão. Aos 60 dias após o plantio das mudas, a alface foi colhida (término do experimento).

Nessa ocasião, determinou-se a massa seca da parte aérea acumulada pelas plantas. Amostras de tecido vegetal aéreo foram encaminhadas para o Laboratório de Análises da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Determinou-se a concentração dos seguintes elementos: N (Kjeldahl - 0,01%), P (colorimetria - 0,01%), K (EAA - 0,01%), Ca (EAA - 0,02%), Mg (EAA - 0,01%), S (turbidimetria - 0,01%), Cu (EAA - 2mg/kg), Zn (EAA - 1 mg/kg), Fe (EAA - 5 mg/kg), Mn (EAA - 1 mg/kg), Na (EAA - 0,01%), B (colorimetria - 1 mg/kg), Cd (EAA - 1 mg/kg), Cr (EAA - 5 mg/kg), Ni (EAA - 5 mg/kg), Pb (EAA - 10 mg/kg) e Hg (digestão úmida EPA 7471 A/vapor frio - 0,01 mg/kg).

Realizou-se análise de variância e, quando constatada diferença significativa a 5% de probabilidade do erro, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos que apresentaram o melhor ajuste aos dados e ao fenômeno estudado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de calcário dolomítico e dos resíduos de reciclagem de papel no solo interferiu significativamente no crescimento das plantas de alface (Figura 1 A, B e C). Observou-se resposta semelhante para o acúmulo de massa pela alface em decorrência da aplicação dos três produtos.

Houve aumento da massa acumulada pela alface com o aumento da dose de calcário até 47,3 t/ha; após, houve tendência de redução dessa variável (Figura 1 A). No caso do uso de resíduo de papel natural, a massa aumentou até 300 t/ha, diminuindo após esse nível (Figura 1 B). Para o resíduo de papel branco esse comportamento de redução após certa dose também ocorreu, porém de maneira menos evidente (Figura 1 C). Nesse caso, o ponto de máximo acúmulo de massa pela alface foi de 183,3 t/ha. O aumento da massa da alface, observado com a aplicação dos três produtos avaliados, ocorreu porque a aplicação dos mesmos provocou aumento do pH e redução do Al tóxico no solo (Tabela 2). No entanto, a partir das doses em que ocorreu o máximo acúmulo de massa, o que limitou o crescimento da alface foi provavelmente o aumento excessivo do pH do solo e

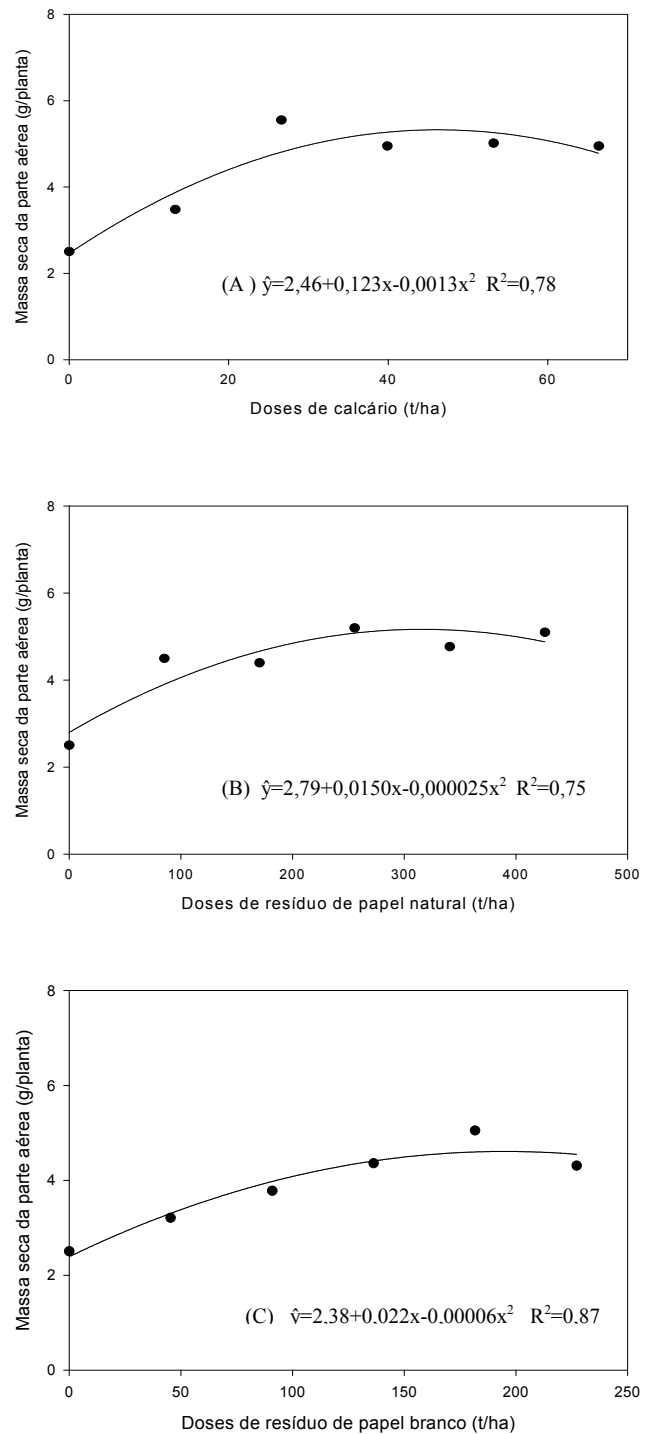


Figura 1- Massa seca da parte aérea em plantas de alface cultivadas em solo com diferentes doses de calcário dolomítico (A), resíduo de papel natural (B) e papel branco (C) (média de quatro repetições). Canoinhas, SC, 2004.

conseqüente redução da disponibilidade de alguns micronutrientes. Há associação negativa entre pH do solo e disponibilidade de micronutrientes, com exceção do molibdênio (MARSCHNER, 1995). Além disso, no caso do uso de resíduos de reciclagem de papel, nas maiores doses a relação Ca/Mg aumento em demasia, chegando a níveis maiores que 100 (Tabela 2), o que pode provocar limitações na absorção de Mg pelas plantas.

Uma constante preocupação, referente ao uso agrícola de produtos ou resíduos que apresentam metais pesados em sua constituição, é a contaminação do lençol freático com esses elementos, por meio de lixiviação (SILVEIRA et al., 2003; BASTA et al., 2005). Nesse estudo, observou-se que não houve aumento nos teores desses elementos em relação à testemunha (Tabela 4).

Tabela 2- pH em água e relação cálcio/magnésio (Ca/Mg) em solo com aplicação de calcário e resíduo de reciclagem de papel (média de quatro repetições). Canoinhas, SC, 2004

Tratamentos	pH água	Ca/Mg
Testemunha	4,1	2,2
Calcário (13,3 t/ha)	5,3	1,2
Calcário (26,6 t/ha)	6,4	1,1
Calcário (39,9 t/ha)	7,0	1,2
Calcário (53,2 t/ha)	7,2	1,1
Calcário (66,4 t/ha)	7,3	1,1
Resíduo natural (85,2 t/ha)	6,3	37,8
Resíduo natural (170,4 t/ha)	7,1	66,0
Resíduo natural (255,6 t/ha)	7,5	87,0
Resíduo natural (340,8 t/ha)	7,9	144,5
Resíduo natural (426 t/ha)	7,8	112,8
Resíduo branco (45,4 t/ha)	5,6	25,0
Resíduo branco (90,9 t/ha)	6,4	44,8
Resíduo branco (136,3 t/ha)	7,2	56,3
Resíduo branco (181,7 t/ha)	7,0	56,3
Resíduo branco (227,2 t/ha)	7,5	71,5

No entanto, não detectou-se sintomas visuais de deficiência ou toxidez nutricional de Mg.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de macro e micronutrientes no tecido da alfaca (Tabelas 3 e 4). Isso demonstra que as alterações de concentrações de nutrientes observadas no solo (dados não mostrados) não se refletiram em variações nos teores de nutrientes no tecido foliar, mas sim no acúmulo de massa pela alfaca. Para os metais pesados, verificou-se que os teores no solo e no tecido vegetal não foram afetados pelos tratamentos, o que indica, preliminarmente, que esses resíduos apresentam potencial para serem utilizados como corretivo de acidez do solo, sem causar impactos ambientais expressivos.

Enfatiza-se que esses resultados foram obtidos em vasos, constituindo um sistema fechado, com ausência de lixiviação. Nesse sentido, infere-se que em situação de campo não haja lixiviação desses elementos.

Um fator importante a ser considerado se refere à variabilidade nas características químicas dos resíduos, o que exige cautela na generalização dos resultados obtidos no presente estudo. Ao mesmo tempo, deve-se considerar que os resultados alcançados nessa pesquisa se referem a um experimento em vasos, os quais complementarão trabalhos a serem conduzidos em campo.

Tabela 3 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em tecido de alface cultivado em solo com diferentes doses de calcário e resíduo de reciclagem de papel (média de quatro repetições). Canoinhas, SC, 2004

Tratamentos	N	P	K	%		
				Ca	Mg	S
Testemunha	3,6 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	4,2 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Calcário (13,3 t/ha)	2,6	0,28	3,8	1,2	0,50	0,18
Calcário (26,6 t/ha)	3,3	0,28	4,4	1,2	0,68	0,21
Calcário (39,9 t/ha)	3,1	0,26	4,5	0,9	0,51	0,15
Calcário (53,2 t/ha)	2,4	0,28	4,4	1,1	0,63	0,17
Calcário (66,4 t/ha)	2,5	0,25	4,2	1,1	0,64	0,18
Resíduo natural (85,2 t/ha)	2,6	0,26	4,4	1,3	0,22	0,17
Resíduo natural (170,4 t/ha)	3,1	0,26	4,8	1,4	0,21	0,21
Resíduo natural (255,6 t/ha)	2,8	0,22	4,8	1,3	0,18	0,12
Resíduo natural (340,8 t/ha)	2,5	0,25	4,1	1,4	0,24	0,19
Resíduo natural (426 t/ha)	2,2	0,20	4,3	1,2	0,16	0,12
Resíduo branco (45,4 t/ha)	2,7	0,31	4,0	1,4	0,27	0,18
Resíduo branco (90,9 t/ha)	3,3	0,34	4,1	1,5	0,28	0,23
Resíduo branco (136,3 t/ha)	2,7	0,29	3,8	1,4	0,22	0,14
Resíduo branco (181,7 t/ha)	2,0	0,24	4,5	1,5	0,22	0,16
Resíduo branco (227,2 t/ha)	3,0	0,27	4,5	1,5	0,24	0,16

<sup>ns</sup> Diferenças não significativas a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 4 - Teores de cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), sódio (Na), boro (B), cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), em tecido de alface cultivado em solo com diferentes doses de calcário e resíduo de reciclagem de papel (média de quatro repetições). Canoinhas, SC, 2004

Tratamentos	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	B	mg/kg				
							Cd	Cr	Ni	Pb	Hg
Testemunha	2 <sup>ns</sup>	47 <sup>ns</sup>	275 <sup>ns</sup>	228 <sup>ns</sup>	1369 <sup>ns</sup>	19 <sup>ns</sup>	< 1 <sup>ns</sup>	< 5 <sup>ns</sup>	< 5 <sup>ns</sup>	< 10 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Calcário (13,3 t/ha)	5	27	4768	94	961	19	< 1	< 5	< 5	< 10	0,01
Calcário (26,6 t/ha)	3	24	307	119	872	15	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Calcário (39,9 t/ha)	3	15	690	77	723	17	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Calcário (53,2 t/ha)	4	18	643	80	775	15	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Calcário (66,4 t/ha)	4	17	662	66	863	12	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo natural (85,2 t/ha)	3	30	416	119	1192	18	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo natural (170,4 t/ha)	3	26	217	98	899	19	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo natural (255,6 t/ha)	3	27	119	76	980	17	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo natural (340,8 t/ha)	4	23	346	104	1130	17	< 1	< 5	< 5	< 10	0,01
Resíduo natural (426 t/ha)	4	17	209	61	795	16	< 1	< 5	< 5	< 10	0,01
Resíduo branco (45,4 t/ha)	2	37	578	169	1094	18	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo branco (90,9 t/ha)	3	36	473	168	1352	22	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo branco (136,3 t/ha)	4	35	2422	121	1408	18	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo branco (181,7 t/ha)	3	25	273	87	1431	14	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01
Resíduo branco (227,2 t/ha)	3	36	220	168	1070	16	< 1	< 5	< 5	< 10	< 0,01

<sup>ns</sup> Diferenças não significativas a 5% de probabilidade do erro.

Dados precedidos por <: níveis abaixo da capacidade de detecção do método.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que:

- 1) Calcário e resíduos de reciclagem de papel aplicados em um solo ácido aumentam a produção de massa seca da parte aérea da alface.
- 2) Calcário e resíduos de reciclagem de papel aplicados em um solo ácido não interferem nos teores de nutrientes e metais pesados da alface.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JR., C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F. Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.337-343, 2003.
- BASTA, N.T.; RYAN, J.A.; CHANEY, R.L. Trace element chemistry in residual-treated soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.34, p.49-63, 2005.
- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Comportamento de espécies herbáceas em misturas de solo com diferentes graus de contaminação com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1629-1638, 2002.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3 ed. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.
- GRANATO, T.C.; PIETZ, R.I.; KNAFL, G.J. et al. Trace element concentration in soil, corn leaves and grain after cessation of biosolids application. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.33, p.2078-2089, 2004.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 888p.
- MATIAZZO, M.E.; ANDRADE, C.A. Aplicabilidade de biosólido em plantações florestais: lixiviação de N inorgânico e toxicidade de metais pesados. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola de lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.203-208.
- SILVEIRA, M.L.A.; ALLEONI, L.R.F.; GUILHERME, L.R.G. Biosolids and heavy metals in soils. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.793-806, 2003.
- SUZUKI, A.; BASSO, C.; KITAZAWA, I.H. O uso da lama de cal como corretivo da acidez do solo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, p.8-11, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Depto. Solos da UFRGS. 1995. 174 p. Boletim Técnico, n. 5.
- WANG, Q.R.; CUI, Y.S.; LIU, X.M. et al. Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. **Journal of Environmental Science and Health Part A-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering**, Philadelphia, v.38, p.823-838, 2003.