



Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido: II – Produtividade das culturas de milho e soja e teores de metais pesados nos grãos¹

Alvadi Antonio Balbinot Junior², Milton da Veiga³ e Rogério Luiz Backes⁴

Resumo – A acidez do solo limita a produtividade de grãos de milho e soja, sendo utilizado, em geral, calcário para corrigi-la. No entanto, alguns resíduos industriais podem ser usados para neutralizar as fontes de acidez do solo, como é o caso do rejeito de reciclagem de papel. Por outro lado, devido à presença de metais pesados nesse resíduo, que, dependendo da concentração nos alimentos, podem ser nocivos à saúde, há necessidade de verificação dos teores desses elementos nos grãos produzidos em solo que recebeu o produto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido sobre a produtividade de grãos de milho e soja e sobre os teores de nutrientes e metais pesados nos grãos. Foi conduzido um experimento em Papanduva, SC, em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas as seguintes doses de resíduo (base úmida – 65% de água): 64, 127, 191, 254, 382 e 509t/ha. Também foram avaliados tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e sem aplicação de resíduo ou calcário. O resíduo e o calcário foram incorporados ao solo até 20cm de profundidade, por meio de uma aração e três gradagens, em junho de 2004. Nas safras subsequentes foram cultivados milho (anos agrícolas 2004/05 e 2006/07) e soja (ano agrícola 2005/06) na área experimental. O resíduo aplicado no solo aumentou a produtividade de grãos de milho e soja. Os teores de P e Cu nos grãos de milho e soja foram alterados pela aplicação do resíduo de reciclagem de papel em solo ácido. Os teores de Hg, Pb, Ni, Cd, Cr e Zn nos grãos de milho e soja não foram afetados pela aplicação do resíduo.

Termos para indexação: *Zea mays*, *Glycine max*, metais pesados.

Application of paper recycling residues in acid soil: II – Maize and soybean yield and heavy metal levels in grains

Abstract – Soil acidity is a limiting factor to maize and soybean yield. In general, lime is used to increase the soil pH. However, some industrial residues can be used to reduce soil acidity such as paper recycling residues. On the other hand, due to heavy metals presence in this residue, whose high concentration in food is dangerous to health, it is necessary to evaluate the heavy metal levels in the grains. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of paper recycling residue application in an acid soil on maize and soybean yield and on nutrients and heavy metal levels in the grains. A trial was carried out in Papanduva, SC, Brazil, in a complete blocks randomized design, with three replications. The evaluations were carried out in doses of paper recycling residues of 64, 127, 191, 254, 382 and 509t/ha in wet mass – 65% of water. In addition, treatments with lime and without residues or lime were evaluated. The residues and lime were incorporated to the soil up to 20cm deep through a plowing and two harrowings in June, 2004. Maize was cultivated in the 2004/05 and 2006/07 crop seasons, and soybean in the 2005/06 crop season in the experimental site. The applied residue increased the maize and soybean grain yields. The P and Cu levels in the maize and soybean grains were changed by the paper residue application in acid soil. However, Hg, Pb, Ni, Cd, Cr and Zn levels were not affected by the residue application, even in high doses.

Index terms: *Zea mays*, *Glycine max*, heavy metals.

Aceito para publicação em 26/5/10.

¹ Pesquisa financiada parcialmente pela Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (Fapesc).

² Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, C.P. 216, 89460-000 Canoinhas, SC, fone: (47) 3624-1144, e-mail: balbinot@epagri.sc.gov.br.

³ Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, 89620-000 Campos Novos, SC, fone (49) 3541-0748, e-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng.-agr., Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: backes@epagri.sc.gov.br.

Introdução

No Brasil, a acidez do solo é apontada como um dos principais entraves ao adequado crescimento e desenvolvimento de culturas agrícolas (Oliveira et al., 2002; Abreu Jr. et al., 2003). O pH do solo adequado para as culturas de milho e soja é ao redor de 6, valor superior ao frequentemente observado em solos não cultivados da Região Sul do Brasil (Sociedade..., 2004) e mais especificamente em Santa Catarina (Veiga et al., 2008). Para correção da acidez do solo geralmente é utilizado calcário, mas sua aplicação na dose recomendada pode apresentar custo alto, principalmente em áreas distantes dos locais de extração e que necessitam de elevadas doses, em decorrência do pH baixo ou do elevado poder tampão do solo.

Por outro lado, há resíduos industriais que podem atuar como corretivos da acidez do solo, como é o caso de resíduo de fábricas de celulose (Suzuki et al., 1991) e de fábricas que reciclam papel, em razão de seu conteúdo de CaO (Balbinot Jr. et al., 2006a). Além disso, o resíduo de reciclagem de papel apresenta em sua composição teor considerável de P_2O_5 (Balbinot Jr. et al., 2006b). Estudos apontam para a exaustão das reservas minerais de fosfato na segunda metade deste século (Parentoni & Souza Jr., 2008), o que aumenta a necessidade de aproveitamento de fontes alternativas desse elemento. Somente na região do Planalto Norte Catarinense as empresas que reciclam papel produzem cerca de 230 toneladas por dia de resíduo úmido.

Os resíduos de reciclagem de papel também apresentam em sua constituição elementos que, potencialmente, podem causar danos ao ambiente e à saúde humana, tais como: mercúrio (Hg), chumbo (Pb), níquel (Ni), cádmio (Cd), cromo (Cr), zinco (Zn) e cobre (Cu). O acúmulo de metais pesados em solos agrícolas devido a aplicações em altas doses de resíduo é o aspecto que causa maior preocupação com relação à segurança ambiental necessária para a viabilização desta prática (Balbinot Jr. et al., 2006a).

Os metais pesados podem expressar seu potencial poluente diretamente nos organismos do solo, pela disponibilidade às plantas em níveis tóxicos, além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar por meio das próprias plantas ou pela contaminação das águas de superfície e subsuperfície (Chang et al., 1997; Oliveira & Mattiazzi, 2001). O consumo de plantas contendo elevados teores de metais pesados pode provocar distúrbios no sistema nervoso (Ferreira & Anjos, 2001). Neste sentido, é necessário verificar o efeito do uso desse resíduo sobre os teores de metais pesados nos produtos colhidos, sobretudo se forem utilizados como alimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do resíduo de reciclagem de papel, aplicado em diferentes doses em um solo ácido, sobre a produtividade, teores de nutrientes e metais pesados nos grãos de milho e soja.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental Salto Canoinhas, da Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, localizado no município de Papanduva, SC (50°16'37" longitude oeste, 26°22'15" latitude sul e 800m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Alguns atributos físicos e químicos do solo onde foi implantado

o experimento eram os seguintes: 520g/kg de argila; $pH_{\text{água}} = 4,9$; $pH_{\text{SMP}} = 4,9$; $P = 1,2\text{mg/dm}^3$; $K = 52\text{mg/dm}^3$; $MO = 41\text{g/kg}$; $Al = 1\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; $Ca = 5,2\text{cmol}_c/\text{dm}^3$; $Mg = 3,5\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999).

Os tratamentos consistiram da aplicação de resíduo de reciclagem de papel nas seguintes doses (base úmida – 65% de água): 64, 127, 191, 254, 382 e 509t/ha. Também foi conduzido um tratamento referência, com aplicação de 10,7t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 100%), dose recomendada para atingir pH 6 (Sociedade..., 2004), e um tratamento testemunha, sem aplicação de resíduo ou calcário. A composição química do resíduo utilizado no experimento, determinada segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), encontra-se na Tabela 1. Cada unidade experimental apresentou área total de 50m² (5m x 10m) e área útil de 9m² (1,8m x 5m). Os produtos foram distribuídos uniformemente na área experimental nos dias 23 e 24 de junho de 2004, sendo depois incorporados ao solo por meio de uma aração e três gradagens em profundidade de 20cm. A partir da incorporação do resíduo e do calcário, o solo foi manejado em sistema plantio direto.

As culturas semeadas para cobertura do solo e para produção de grãos foram, sequencialmente: nabo-forrageiro/milho, aveia-preta/soja e consórcio de aveia-preta e nabo-▶

Tabela 1. Características químicas do resíduo de reciclagem de papel avaliado

Característica	Teor	Característica	Teor
Umidade (%)	65,00	Alumínio total (%)	6,3
Cinzas (%)	71,00	Ferro total (%)	0,28
pH	7,60	Manganês total (mg/dm ³)	59
Valor de neutralização (%)	24,00	Cobre total (mg/dm ³)	176
Cond. elétrica (µS/cm)	129,00	Zinco total (mg/dm ³)	132
Carbono orgânico (%)	15,00	Chumbo total (mg/dm ³)	27
Nitrogênio (TKN) (%)	0,28	Níquel total (mg/dm ³)	< 5
P_2O_5 total (%)	0,16	Cádmio total (mg/dm ³)	< 2
K_2O total (%)	0,11	Cromo total (mg/dm ³)	46
CaO total (%)	13,00	Mercúrio (mg/dm ³)	0,04
MgO total (%)	0,83	Molibdênio (mg/dm ³)	< 15
Sódio total (%)	0,66	Cobalto total (mg/dm ³)	16
Enxofre total (%)	0,07	Boro total (mg/dm ³)	11

Nota: Resultados expressos no material seco a 75°C.

-forrageiro/milho. Utilizou-se, para todos os tratamentos, a mesma adubação, de acordo com recomendação técnica (Sociedade..., 2004). Na cultura do milho foram utilizadas as cultivares AG 122 e SCS Fortuna, semeadas respectivamente na primeira e na terceira safra de primavera/verão, com espaçamento de 0,9m entre fileiras e 55 mil plantas/ha. Na cultura de soja, cultivada na segunda safra de primavera/verão, foi utilizada a cultivar Coodetec 206, com espaçamento entre fileiras de 0,45m e 240 mil plantas/ha. No caso das plantas de cobertura do solo, foram utilizadas variedades locais. As culturas comerciais (estivais) foram colhidas após maturação fisiológica, trilhadas e os grãos, pesados. Os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

Amostras de grãos de milho (duas safras) e de soja (uma safra) foram encaminhadas para o Laboratório de Análises do Solo e de Outros Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde foram determinados os teores de N (Kjeldahl 0,01%), P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, Na, B, Cd, Cr, Ni e Pb determinados por espectrometria de emissão ótica (ICP-OES) e Hg (USEPA 7471).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste F e, quando comprovada existência de diferença significativa entre tratamentos a 5% de probabilidade, realizou-se análise de regressão utilizando-se o modelo que apresentou o melhor ajuste aos dados e ao fenômeno investigado.

Resultados e discussão

Nas duas primeiras safras estivais após a aplicação dos tratamentos, as doses de resíduo que apresentaram máxima eficiência técnica, tanto para produtividade de grãos de milho quanto de soja, foram similares e equivalentes a 340 e 330t/ha, respectivamente (Figuras 1 e 2). Já no ano agrícola 2006/07, três safras após a aplicação, houve aumento linear de produtividade de grãos de milho com o aumento da dose do resíduo (Figura 3). O aumento de produtividade de-

corrente da aplicação do resíduo provavelmente ocorreu devido à correção da acidez do solo e, conseqüentemente, à redução do teor de Al disponível, bem como ao aumento do teor de Ca no solo (Balbinot Jr. et al., 2006b). Nas duas primeiras safras houve pequena redução de produtividade após a dose de máxima eficiência técnica, possivelmente devido à redução da disponibilidade de alguns micronutrientes (Balbinot Jr. et al., 2006b) e elevação do teor de Na, elemento presente no resíduo aplicado (Tabela 1), o que pode

provocar salinização do solo (Kinjo et al., 1992).

Constata-se que, mesmo no tratamento testemunha, houve elevada produtividade de grãos de milho na primeira safra, aproximadamente 7.200kg/ha (Figura 1). Com a aplicação do resíduo, a produtividade chegou a 8.400kg/ha, equivalente ao acréscimo de 16,6%. Outro ponto importante a ser considerado é que na primeira safra a produtividade observada no tratamento referência, com aplicação de calcário dolomítico, foi inferior a todas as doses do resíduo. Isso

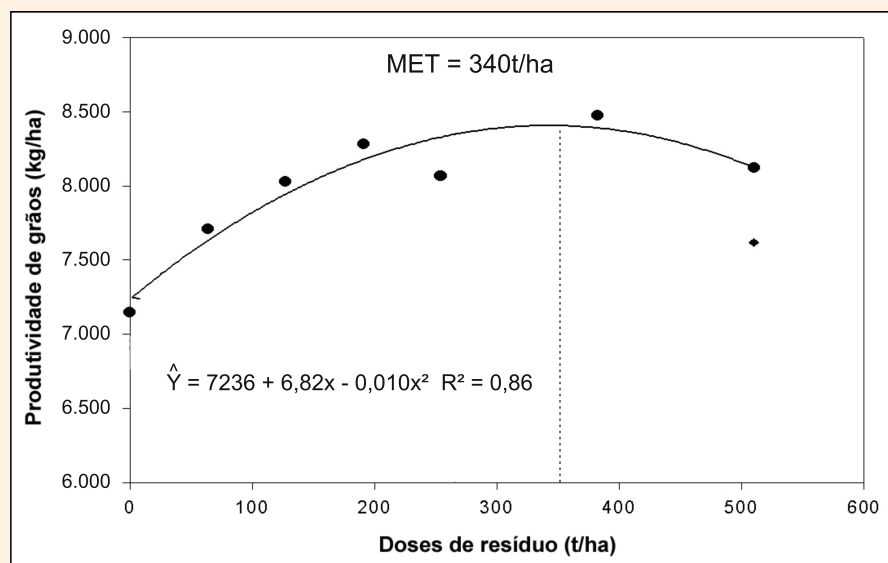


Figura 1. Produtividade de grãos de milho (ano agrícola 2004/05), em cultivo imediato após a aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel (●) e com aplicação de calcário em dose única (10,7t/ha) (◆). MET = ponto de máxima eficiência técnica

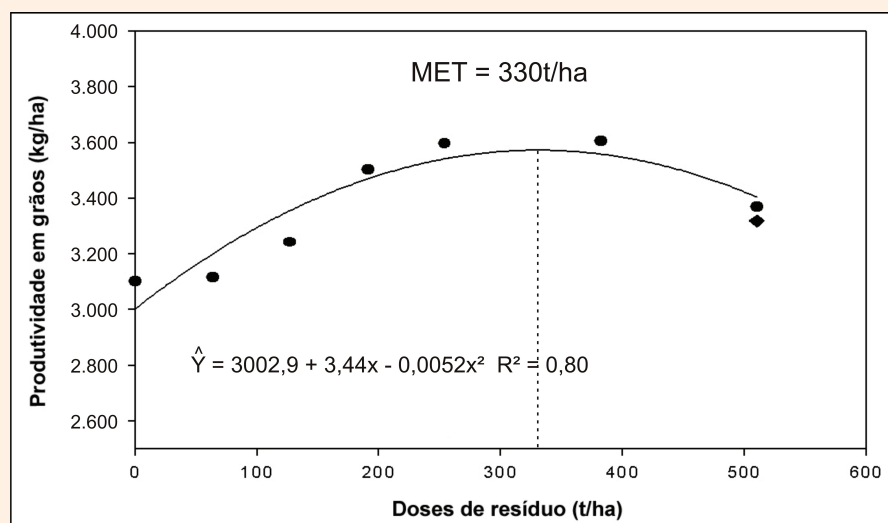


Figura 2. Produtividade de grãos de soja (ano agrícola 2005/06) em segundo cultivo após a aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel (●) e com aplicação de calcário em dose única (10,7t/ha) (◆). MET = ponto de máxima eficiência técnica

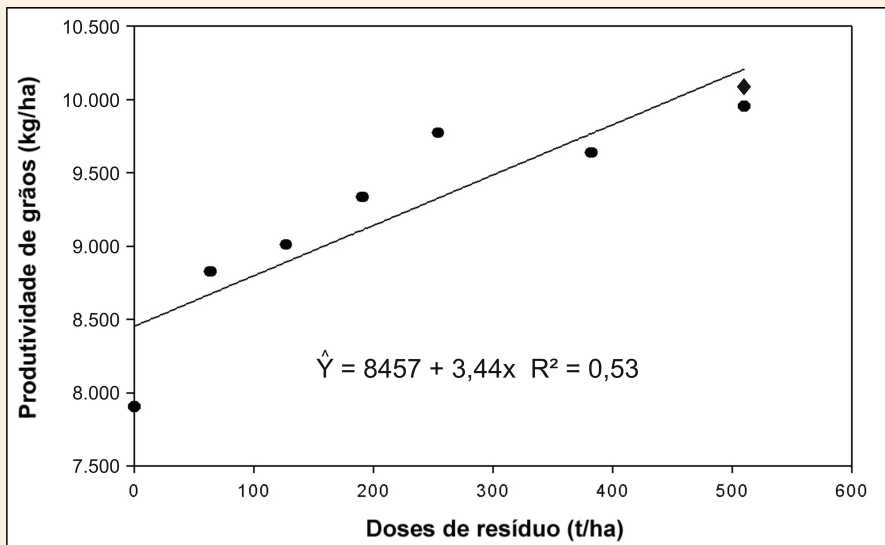


Figura 3. Produtividade de grãos de milho (ano agrícola 2006/07) após três anos da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel no solo (●) e com aplicação de calcário em dose única (10,7t/ha) (◆)

ocorreu devido ao curto tempo entre a aplicação do corretivo e a semeadura da cultura (cerca de 3 meses), sendo insuficiente para a solubilização do calcário no solo. Na segunda safra estival, a máxima produtividade de grãos de soja foi de 3.600kg/ha com aplicação de 330t/ha de resíduo, enquanto o tratamento com calcário apresentou produtividade de 3.350kg/ha. Na terceira safra estival, a máxima produtividade de grãos de milho foi obtida com a aplicação de 509t/ha de resíduo úmido e com 10,7t/ha de calcário dolomítico. Isso comprova que o resíduo apresenta efeito corretivo mais rápido que o calcário.

Nas três safras avaliadas, os teores de N, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Na e B nos grãos não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 2). Os teores de nutrientes nos grãos de milho e soja verificados neste trabalho são similares aos observados por Ferreira et al. (2001) e Caires et al. (2006). Por outro lado, o teor de P nos grãos de milho e soja produzidos nas duas primeiras safras após a implantação do experimento aumentou com o incremento da dose de resíduo (Figura 4). É possível que, com a aplicação do resíduo, tenha ocorrido maior disponibilidade desse nutriente às plantas de milho e soja devido à incorporação de P presente no produto ao solo, e devido ao aumento de pH ocasionado pelo resíduo (Balbinot et al., 2006b). Com o aumento de pH até, aproxi-

madamente, a neutralidade, há aumento da disponibilidade de P no solo e, acima desse valor, esse elemento começa a precipitar como fosfato de cálcio (Souza et al., 2007).

Na terceira safra estival após a aplicação do resíduo houve redução do teor de Cu nos grãos de milho com o aumento da dose do resíduo ou com a aplicação de calcário em relação à ausência de aplicação desses produtos (Figura 5). Isso ocorreu porque o resíduo e o calcário aumentaram o pH do solo, promovendo a precipitação do Cu na forma de hidróxido, reduzindo sua disponibilidade e, consequentemente, diminuindo a absorção desse elemento pelas plantas (Souza et al., 2007).

Não houve alteração nos teores de metais pesados (Hg, Pb, Ni, Cd, Cr e

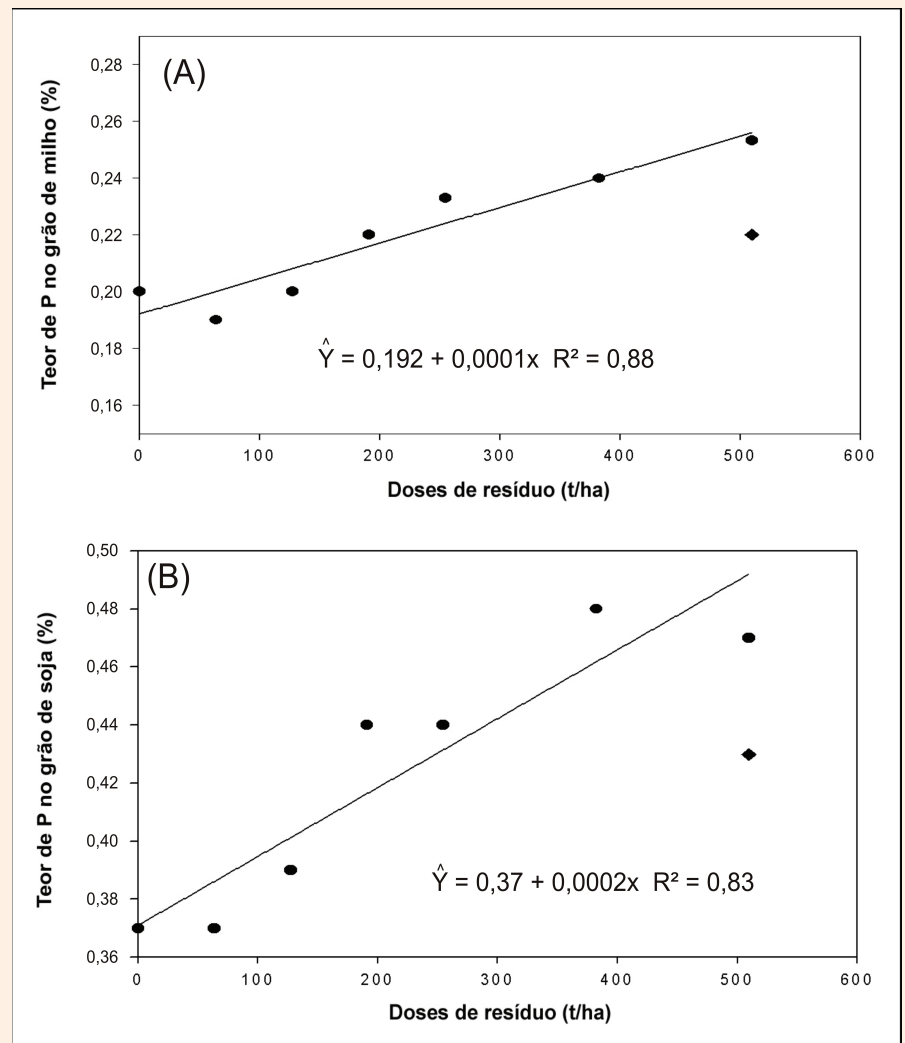


Figura 4. Teor de fósforo (P) em grãos de milho (ano agrícola 2004/05) (A) e em grãos de soja (ano agrícola 2005/06) (B) em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel no solo (●) e com aplicação de calcário em dose única (10,7t/ha) (◆)

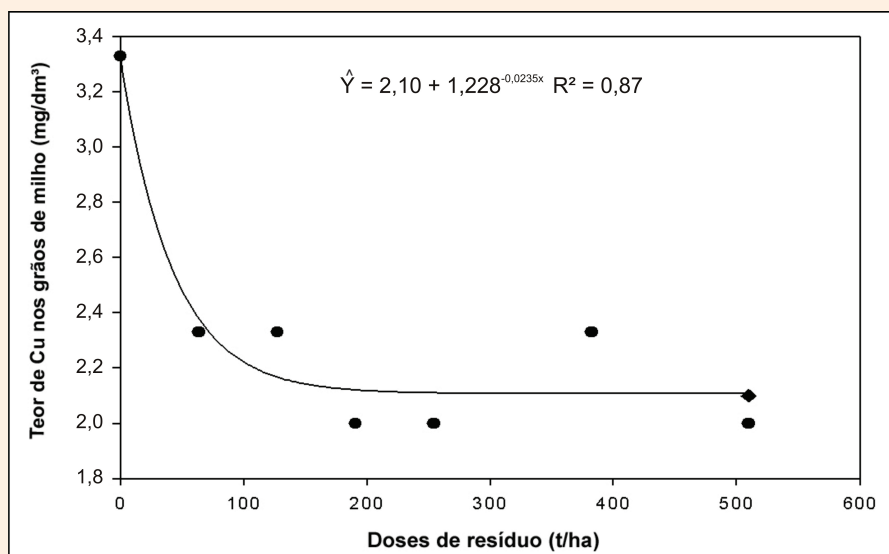


Figura 5. Teor de cobre (Cu) nos grãos de milho (ano agrícola 2006/07) em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel no solo (●) e com aplicação de calcário em dose única (10,7t/ha) (◆)

Tabela 2. Teores de nutrientes em grãos de milho e de soja determinados em três anos agrícolas (2004/05, 2005/06 e 2006/07) em decorrência da aplicação de doses de resíduo de reciclagem de papel ou de calcário dolomítico no solo em dose única (10,7 t/ha)

Tratamento	N	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Na	B
Grãos de milho – ano agrícola 2004/05									
(t/ha)%.....				mg/kg.....			
0	1,40 ^{ns}	0,30 ^{ns}	< 0,01	0,10 ^{ns}	0,12 ^{ns}	21 ^{ns}	3,7 ^{ns}	2,6 ^{ns}	2,0 ^{ns}
64	1,47	0,29	< 0,01	0,10	0,11	23	3,3	4,0	2,3
127	1,47	0,29	< 0,01	0,10	0,12	19	3,3	2,0	2,3
191	1,53	0,30	< 0,01	0,10	0,12	34	3,3	2,7	2,3
254	1,50	0,30	< 0,01	0,11	0,12	24	3,7	2,0	2,0
382	1,50	0,32	< 0,01	0,11	0,12	24	3,0	3,3	1,6
509	1,50	0,33	< 0,01	0,11	0,12	19	3,6	3,3	1,6
Calcário	1,57	0,31	< 0,01	0,11	0,12	36	3,3	2,0	2,3
Grãos de soja – ano agrícola 2005/06									
0	5,9 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,29 ^{ns}	71 ^{ns}	23 ^{ns}	27 ^{ns}	23 ^{ns}
64	6,1	1,60	0,20	0,22	0,30	74	21	27	20
127	5,9	1,63	0,21	0,23	0,30	74	20	24	20
191	6,0	1,63	0,20	0,23	0,29	73	22	29	20
254	6,0	1,60	0,20	0,23	0,29	90	21	44	20
382	6,2	1,70	0,23	0,24	0,29	84	22	31	17
509	6,0	1,67	0,22	0,23	0,29	84	22	22	17
Calcário	6,0	1,60	0,20	0,24	0,30	76	21	23	18
Grãos de milho – ano agrícola 2006/07									
0	1,17 ^{ns}	0,29 ^{ns}	< 0,01	0,12 ^{ns}	0,10 ^{ns}	22 ^{ns}	4,7 ^{ns}	3,7 ^{ns}	2,7 ^{ns}
64	1,13	0,27	< 0,01	0,11	0,09	22	4,7	7,0	2,3
127	1,23	0,28	< 0,01	0,12	0,09	22	4,0	5,0	2,0
191	1,23	0,29	< 0,01	0,12	0,10	21	4,7	7,0	2,3
254	1,23	0,29	< 0,01	0,12	0,09	23	4,7	4,0	2,0
382	1,27	0,30	< 0,01	0,12	0,10	20	4,7	4,0	2,3
509	1,27	0,30	< 0,01	0,12	0,10	20	4,7	4,0	2,3
Calcário	1,30	0,30	< 0,01	0,12	0,10	21	4,3	5,3	1,7

^{ns} = Teste F não significativo.

Nota: Resultados expressos no material seco a 65°C.

Zn) nos grãos de milho e soja em decorrência da aplicação do resíduo e do calcário ao solo (Tabela 3). Apesar de o resíduo avaliado possuir metais pesados em sua constituição (Tabela 1), a quantidade total aplicada não aumentou os teores disponíveis desses elementos, tanto pelo aumento do pH, com formação de compostos menos solúveis desses elementos, como pela formação de complexos organometálicos, formas essas não prontamente disponíveis para absorção pelo sistema de raízes (Nogueira et al., 2008). De acordo com o Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965 (Anvisa, 1965), ainda em vigor, os limites máximos de tolerância de metais pesados em alimentos são, em mg/dm³: Hg (0,01), Pb (0,5), Ni (5), Cd (1), Cr (0,1) e Zn (50). Ou seja, os teores observados nos grãos ficaram dentro dos limites para Hg, Ni, Cd e Zn. Para Pb a metodologia adotada não apresentou níveis mínimos de detecção em relação ao limite máximo de tolerância permitido. Para Cr, em todos os tratamentos, inclusive sem aplicação de resíduo ou calcário, os teores ficaram acima do permitido. Enfatiza-se que são necessários estudos sobre reaplicações desse resíduo ao solo a fim de constatar seus efeitos sobre os teores de metais pesados no solo e nos grãos produzidos.

Conclusões

O resíduo de reciclagem de papel, aplicado em solo ácido, aumentou a produtividade de grãos de milho e de soja.

Houve aumento nos teores de P em grãos de milho e soja e redução nos teores de Cu em grãos de milho em decorrência da aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido, mas os teores de outros nutrientes não foram afetados.

Os teores de metais pesados (Hg, Pb, Ni, Cd, Cr e Zn) nos grãos de milho e soja não foram afetados pela aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido, mesmo nas maiores doses.

Agradecimentos

À Empresa Mili S.A., de Três Barras, SC, pelo apoio à pesquisa.

Tabela 3. Teores de metais pesados em grãos de milho e de soja determinados em três anos agrícolas (2004/05, 2005/06 e 2006/07) em decorrência da aplicação de doses de resíduo de reciclagem de papel ou de calcário dolomítico no solo em dose única (10,7 t/ha)

Tratamento	Hg	Pb	Ni	Cd	Cr	Zn
Grãos de milho – ano agrícola 2004/05						
(t/ha)mg/dm ³					
0	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	15,3 ^{ns}
64	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	15,0
127	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	16,0
191	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	16,3
254	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	17,0
382	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	17,0
509	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	17,7
Calcário	< 0,01	< 10	< 5	< 1	< 5	15,7
Grãos de soja – ano agrícola 2005/06						
0	< 0,01	< 2	1,33 ^{ns}	< 0,2	1,47 ^{ns}	43,0 ^{ns}
64	< 0,01	< 2	1,00	< 0,2	1,00	44,0
127	< 0,01	< 2	1,00	< 0,2	0,70	42,3
191	< 0,01	< 2	1,00	< 0,2	0,60	45,0
254	< 0,01	< 2	1,33	< 0,2	0,63	43,7
382	< 0,01	< 2	1,00	< 0,2	0,57	45,7
509	< 0,01	< 2	1,00	< 0,2	0,96	44,3
Calcário	< 0,01	< 2	1,67	< 0,2	0,40	42,3
Grãos de milho – ano agrícola 2006/07						
0	< 0,02 ^{ns}	< 1	< 0,4	< 0,1	0,37 ^{ns}	20,0 ^{ns}
64	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,47	19,3
127	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,40	19,0
191	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,43	20,3
254	< 0,02	< 1	< 0,4	< 0,1	0,43	19,3
382	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,43	20,7
509	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,43	20,3
Calcário	< 0,01	< 1	< 0,4	< 0,1	0,43	19,3

^{ns} = Teste F não significativo.

Nota: Resultados expressos no material seco a 65°C.

Literatura citada

- ABREU JR., C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F. Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.60, n.2, p.337-343, 2003.
- ANVISA. Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/55871_65.htm>. Acesso em: 6 out. 2009.
- BALBINOT JR., A.A.; TÔRRES, A.N.L.; FONSECA, J.A. et al. Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alfaca pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido. *Revista de Ciências Agrovetenárias*, Lages, v.5, n.1, p.9-15, 2006a.
- BALBINOT JR., A.A.; TÔRRES, A.N.L.; FONSECA, J.A. et al. Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel. *Revista de Ciências Agrovetenárias*, Lages, v.5, n.1, p.16-25, 2006b.
- CAIRES, E.F.; CHURKA, S.; GARBUIO, F.J. et al. Soybean yield and quality as a function of lime and gypsum applications. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.63, n.4, p.370-379, 2006.
- CHANG, A.C.; HYUN, H.; PAGE, A.L. Cadmium uptake for swiss chard growth on composted sewage sludge treated field plots: plateau or time bomb? *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.26, n.1, p.11-19, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.
- FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.689-696, 2001.
- FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- KINJO, T.; SILVEIRA, R.I.; MARCOS, Z.Z. et al. Efeito da aplicação de efluente de fábrica de celulose junto com fosfogesso na correção da acidez do solo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.49, n.1, p.129-135, 1992.
- NOGUEIRA, T.A.R.; OLIVEIRA, L.R.; MELO, W.J. de. et al. Cádmiu, cromo, chumbo e zinco em plantas de milho e em Latossolo após nove aplicações anuais de lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.33, p.2195-2207, 2008.
- OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Metais pesados em Latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.581-593, 2001.
- OLIVEIRA, H.J.; ERNANI, P.R.; AMARANTE, C.V. Alteração na composição química das fases sólida e líquida de um solo ácido pela aplicação de calcário e gesso agrícola. *Revista de Ciências Agrovetenárias*, Lages, v.1, n.1, p.93-101, 2002.
- PARENTONI, S.N.; SOUZA JR., C.L. Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency in tropical maize genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.7, p.893-901, 2008.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre, RS: SBSC/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004, 394p.
- SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.206-274.
- SUZUKI, A.; BASSO, C.; KITAZAWA, I.H. O uso da lama de cal como corretivo da acidez do solo. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.4, n.1, p.8-11, 1991.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, RS: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p.
- VEIGA, M. da; PANDOLFO, C.M.; NETTO, J.M.M. et al. Diagnóstico da fertilidade em solos cultivados de Santa Catarina, em 2004. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.21, n.3, p.79-84, 2008. ■