

Uso de resíduos da produção de celulose como fonte de Ca e Mg em dois solos no Norte do Espírito Santo⁽¹⁾

Jaqueline Orlandi Paris⁽²⁾; Oziel Pinto Monção⁽³⁾; Joel Cardoso Filho⁽³⁾; Ivoney Gontijo⁽⁴⁾; Eduardo Cesana Junior⁽²⁾; Helton Maycon Lourenço⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Parte da dissertação do 1º Autor. Projeto financiado pela Veracel Celulose S.A.; ⁽²⁾ Estudante de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica da Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, jack_orlandi@hotmail.com; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Professor Adjunto da Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES; ⁽⁵⁾ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Veracel Celulose S.A., Eunápolis-BA.

RESUMO: Os solos utilizados na agricultura brasileira geralmente são ácidos e de baixa fertilidade, logo faz-se necessário a adição de fertilizantes para aumentar a disponibilidade de nutrientes, sendo os resíduos de celulose alternativas eficientes. Objetivou-se no presente trabalho avaliar os efeitos dos resíduos de celulose na elevação dos teores de Ca e Mg. Para o experimento foi adotado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com dois solos distróficos (arenoso e argiloso), cinco corretivos (Cinza de Biomassa, Lama de Cal, Cinza Cálcio:Magnésio - CCM 38:8, CCM 40:4 e Calcário Dolomítico) em cinco níveis da quantidade de calcário – NC (0; 50; 100; 150 e 200%). Os resíduos foram aplicados em 0,8 dm³ de solo, acondicionados em sacos plásticos, umedecidos a 60% do volume total de poros. Os resultados alcançados neste trabalho permitem inferir que os resíduos da produção de celulose podem ser consideradas alternativas como fontes de Ca e Mg para os solos distróficos.

Termos de indexação: Cinza de Biomassa, Lama de Cal, Cinza Cálcio:Magnésio 38:8.

INTRODUÇÃO

Os solos utilizados na agricultura brasileira, com raras exceções, geralmente são ácidos e de baixa fertilidade. A correção desses solos é necessária para melhorar a fertilidade, aumentar a disponibilidade de nutrientes minerais e a capacidade de retenção de cátions no solo. Além disso, em virtude da crescente demanda por alimentos e da natureza não renovável das fontes de corretivos e fertilizantes, torna-se necessário a aquisição de insumos alternativos mais sustentáveis.

A produção de resíduos pela indústria de papel e celulose torna-se atualmente um problema ambiental de grandes dimensões. Uma alternativa importante para destino desse sub-produto seria a sua utilização como corretivos de acidez de solo e

como fontes de nutrientes para a agricultura. No Brasil o conteúdo de Ca na parte aérea das árvores (*Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. cloesiana*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. tereticornis*, *E. pellita*) aos 6,5 anos de idade varia de 176 a 590 kg ha⁻¹, dependendo da região, considerando uma produção de biomassa de 100 ton ha⁻¹ (Santana et al., 2008).

Objetivou-se no presente trabalho avaliar os efeitos das doses dos resíduos de celulose na elevação das concentrações de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em dois solos no Norte do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório em esquema fatorial 2 x 5 x 5 em que os fatores em estudo foram: dois solos, um Latossolo Amarelo textura argilosa e um Argissolo Amarelo de textura média (**Tabela 1**), 5 tipos de corretivos da acidez do solo (Calcário Dolomítico, Cinza de Biomassa, Lama de Cal, Cinza Cálcio:Magnésio - CCM 38:8 e Cinza Cálcio:Magnésio - CCM 40:4) e cinco doses dos corretivos (0; 50; 100; 150; 200% da necessidade de calagem), com três repetições. As CCM's foram compostas por uma mistura de Cinza de Biomassa, Dregs e Grits e de Lama de Cal. A necessidade de calagem foi determinada baseada nas recomendações técnicas para solos do Espírito Santo (Prezotti et al., 2007). As quantidades de Cinza de Biomassa, Lama de Cal, CCM 38:8, CCM 40:4 e Calcário Dolomítico para 100% da NC no solo arenoso são 8,72; 3,92; 6,71; 6,17 e 4,18 ton ha⁻¹, respectivamente, enquanto para o solo argiloso são 7,7; 3,46; 5,93; 5,45 e 3,69 ton ha⁻¹, respectivamente.

Amostras de 0,8 dm³ de TFSA do solo foram acondicionadas e homogeneizadas em sacos plásticos onde se aplicou os corretivos, de acordo com a dose estabelecida, sendo as amostras de solo umedecidas até atingir a capacidade de campo segundo Freire et al., (1980), e incubados no

período de 60 dias, para promover a reação do material corretivo com o solo. Os sacos plásticos ficaram fechados para evitar perda de umidade.

Periodicamente os sacos plásticos foram abertos para a eliminação do CO₂ proveniente da reação de neutralização da acidez e, em seguida, continuaram fechados para evitar a perda de umidade.

Ao final de 60 dias da incubação do solo foram determinadas as concentrações de Cálcio e Magnésio segundo metodologia da Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erros com auxílio do software Assistat versão 7,6 beta (Silva & Azevedo, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação tripla entre os fatores, mas houve interação entre os corretivos do solo e os níveis da NC para a concentração de Ca (**Tabela 2**). No entanto, o solo argiloso apresentou maior disponibilidade deste nutriente quando avaliado isoladamente. Solos argilosos tendem apresentar maior capacidade de troca catiônica, justificando os resultados aqui obtidos.

A Cinza de Biomassa destacou-se entre os demais corretivos, disponibilizando 2,3 cmol_c dm⁻³ quando recebeu uma dose de 100% da NC (**Figura 1**), tendo seu comportamento linear, atingindo níveis igual ou superior a 4,0 cmol_c dm⁻³ de Ca, considerado valores altos segundo Prezotti et al. (2007). Os pontos de máxima disponibilidade de Ca foram alcançados com 182,14% da NC com Lama de Cal, 22,14% da NC com CCM 38:8, 52% da NC com CCM 40:4 e 147,5% da NC com Calcário Dolomítico, atingindo valores de 2,74; 0,89; 0,59 e 1,9 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Corrêa et al. (2008) estudando a aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta, concluiu que houve efeito positivo da adição de resíduos da produção de celulose sobre o teor de Ca, na maior disponibilidade de P e na redução dos teores de Al no solo. No mesmo trabalho os autores notaram incrementos no crescimento do sistema radicular, no desenvolvimento da parte aérea e na produtividade da aveia preta no sistema plantio direto.

Os corretivos, excetuando-se a CCM 40:4, elevaram a concentração de Mg de forma quadrática com a aplicação de 205% da NC para Cinza de Biomassa, 130% da NC para Lama de Cal, 115% da NC para CCM 38:8 e 125,83% da NC para o Calcário Dolomítico, atingindo valores de 0,56; 0,23; 0,81 e 1,05 cmol_c dm⁻³, respectivamente (**Figura 2**). Já a CCM 40:4 elevou a concentração de Mg nos

solos de forma linear, alcançando 0,64 cmol_c dm⁻³ na dose de 200% da NC.

Em relação ao Mg, ainda houve diferença significativa entre os solos analisados e os corretivos, destacando-se o Latossolo Amarelo de textura argilosa com médias maiores em relação ao Argissolo Amarelo de textura média. Dentre os corretivos, para este solo, o Calcário Dolomítico e a CCM 38:8 destacaram-se com valores de 0,95 e 0,71 cmol_c dm⁻³, respectivamente (**Tabela 3**). Já no Argissolo Amarelo de textura média o Calcário Dolomítico, a CCM 38:8 e a CCM 40:4 foram mais eficientes na elevação da concentração de Mg em relação aos demais resíduos. Esse resultado mostra o potencial da mistura das CCM's em fornecer esse nutriente aos solos, haja vista que não diferiram significativamente com o Calcário Dolomítico.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram Medeiros et al. (2009) ao aplicar resíduos alcalinos da produção de celulose sobre a superfície de um Cambissolo, onde pode constatar aumento nos teores de Ca e Mg. Corrêa et al. (2007) usando Lama de cal perceberam aumento significativo no teor de Mg trocável do solo até a profundidade de 40 cm em um Latossolo Vermelho distrófico, textura média.

Os resultados alcançados neste trabalho permitem inferir que os resíduos da produção de celulose podem ser considerados importantes opções como fontes de Ca e Mg para os solos distróficos, no entanto torna-se imprescindível a continuação dos estudos com estes materiais sobre outros atributos do solo.

CONCLUSÕES

Os resíduos oriundos da produção de celulose mostraram-se eficientes na elevação das concentrações de Ca e Mg nos solos estudados.

AGRADECIMENTOS

À Veracel Celulose S.A. pela concessão da bolsa de iniciação, bem como pelo apoio na condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A.; MARCELINO, R.; MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama de cal, lodos de esgoto e calcário. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 42:1307-1317, 2007.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M. & PERES, M. G. M. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no

crescimento radicular e produtividade da aveia preta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1583-1590, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras, MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 4, p.5-8, 1980.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; BATISTELLA, F. & GRAH, J. Calagem superficial com

resíduo alcalino da indústria de papel e celulose em um solo altamente tamponado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1657-1665, 2009.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2723-2733, 2008.

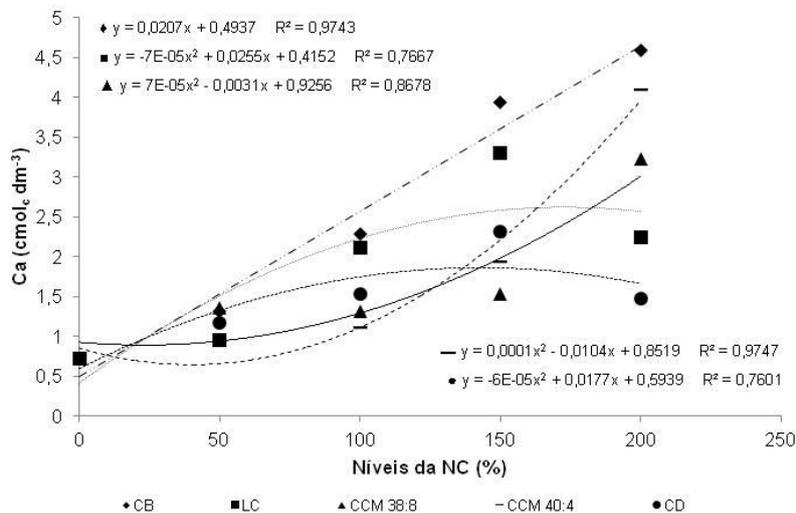


Figura 1 – Concentrações de Ca sob aplicação de diferentes níveis da necessidade de calagem de corretivos do solo.

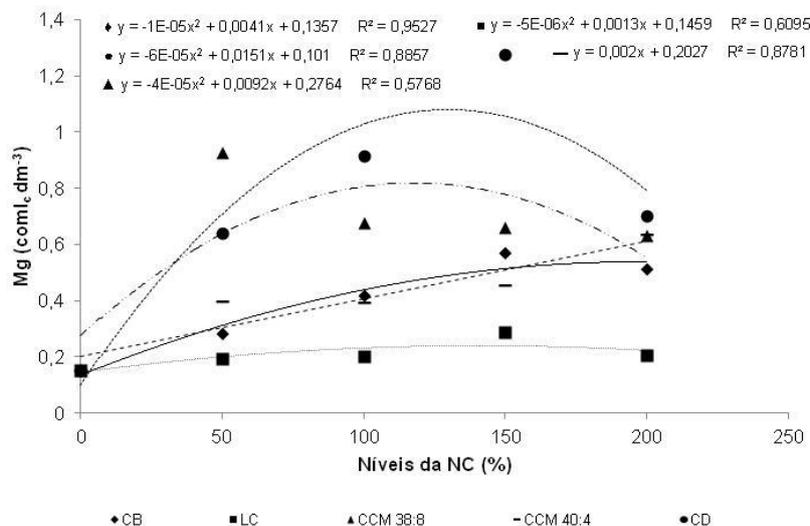


Figura 2 – Concentrações de Mg sob aplicação de diferentes níveis da necessidade de calagem de corretivos do solo.

Tabela 1 - Características físicas e químicas das amostras do Argissolo Amarelo de textura média (AA), do Latossolo Amarelo de textura argilosa (LA).

Características	AA	LA
pH	4,7	5,0
Fósforo (mg dm ⁻³) ¹	1,2	0,4
Potássio (mg dm ⁻³) ¹	16,0	13,5
Cálcio (cmol _c dm ⁻³) ²	0,4	0,2
Magnésio (cmol _c dm ⁻³) ²	0,2	0,3
Sódio (mg dm ⁻³) ¹	7,0	5,0
Alumínio (cmol _c dm ⁻³) ²	1,0	1,3
Acidez Potencial (cmol _c dm ⁻³) ⁴	5,8	5,2
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³) ⁵	0,7	0,6
CTC (cmol _c dm ⁻³) ⁶	6,5	5,8
CTC Efetiva (cmol _c dm ⁻³) ⁷	1,7	1,9
Saturação em bases (%) ⁸	10,3	10,9
Saturação de alumínio (%) ⁹	60,0	66,2
Areia Grossa (%)	75,3	37,0
Areia Fina (%)	13,1	11,5
Silte (%)	1,0	1,9
Argila (%)	10,6	49,6
Densidade do Solo (kg dm ⁻³) ¹¹	1,44	1,07
Densidade de Partículas (kg dm ⁻³) ¹²	2,54	2,54
Porosidade Total (%) ¹³	41,3	55,2

¹ extraído por Mehlich-1; ² extraído por KCl 1 M; ³ Colorimetria; ⁴ Correlação pH SMP; ⁵ K+Ca+Mg+Na; ⁶ SB+H+Al; ⁷ SB+Al; ⁸ SB/CTC x 100; ⁹ Al/t x 100; ¹⁰ proveta em agitação lenta; ¹¹ proveta; ¹² balão volumétrico; ¹³ (1-Ds/Dp) x 100.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para a disponibilidade de Ca e Mg em dois solos incubados com resíduos da produção de celulose sob níveis crescentes.

FV	Ca		Mg	
	QM	F	QM	F
Solos (S)	19,81	27,94 **	1,530	24,43 **
Corretivos (C)	5,56	7,85 **	1,280	20,48 **
Níveis (N)	30,02	42,34 --	1,050	16,77 --
Int. SxC	0,47	0,67 ^{ns}	0,170	2,71 *
Int. SxN	0,46	0,64 ^{ns}	0,110	1,78 ^{ns}
Int. CxN	3,01	4,25 **	0,200	3,20 **
Int. SxCxN	0,90	1,27 ^{ns}	0,080	1,33 ^{ns}

-- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica. ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Concentração de Mg em dois solos incubados com diferentes corretivos (Resíduos da produção de celulose e Calcário Dolomítico).

Solos ^{1/}	Mg (cmol _c dm ⁻³)				
	CB	LC	CCM 38:8	CCM 40:4	CD
Arenoso	0,27 bAB	0,19 aB	0,51 bA	0,34 aAB	0,52 bA
Argiloso	0,50 aB	0,22 aC	0,71 aAB	0,47 aBC	0,95 aA

^{1/}Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CB - Cinza de Biomassa; LC - Lama de Cal; CCM - Cinza Cálcio:Magnésio; CD - Calcário Dolomítico.