



Atributos químicos de um neossolo em resposta a aplicação de calcário e lama de cal + oxyfertil cultivado com eucalipto⁽¹⁾.

Elizeu de Souza Lima⁽²⁾; Lenon Henrique Lovera⁽²⁾; Rafael Montanari⁽³⁾; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESP.

⁽²⁾ Estudante de Pós Graduação em Sistema de Produção; Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Ilha Solteira; Ilha Solteira, SP; E-Mail: elizeu.florestal@gmail.com; lenon_lovera@hotmail.com.

⁽³⁾ Professor Assistente Doutor; Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Ilha Solteira; Ilha Solteira, SP; E-mail: montanari@agr.feis.unesp.br; mcmt Teixeirafilho@agr.feis.unesp.br.

RESUMO: Na intenção de retornar com subprodutos advindos da extração da celulose, de forma sustentável à natureza, o objetivo desse trabalho foi testar a eficácia do composto lama de cal + oxyfertil como corretivo de solo em um plantio de eucalipto em substituição ao calcário. O experimento foi implantado na Fazenda Bom Retiro localizado no município de Três Lagoas, MS em um talhão de *Eucalyptus urograndis*, onde foram instaladas três malhas experimentais sendo: calcário, composto lama de cal + oxyfertil e testemunha sendo que cada uma recebeu 2 Mg ha⁻¹ do respectivo corretivo de solo. Três meses após a aplicação dos corretivos foi realizado a coleta de solo pra fins de fertilidade nas profundidades de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m. Já a análise estatística foi realizada por meio do programa R. Após a aplicação dos corretivos de solo observou-se que os maiores teores de nutrientes ocorreram no tratamento calcário. Tal fato demonstrou que a aplicação do composto lama de cal + oxyfertil não foi superior estatisticamente em relação ao calcário dolomítico.

Termos de indexação: corretivo, cálcio, composto.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocupa cerca de 25% do território nacional e, vem advindo de mudanças e alterações no sistema de produção com a entrada da silvicultura, além da já existente pecuária e a expansão da área agrícola (Silva Neto et al., 2011). Nessas regiões, os solos são naturalmente ácidos devido à composição do seu material de origem e elevado processo de intemperismo, geralmente apresentando baixos valores de pH (potencial hidrogeniônico) e baixos teores de MO (matéria orgânica) e P (Fósforo), sendo esses limitantes ao desenvolvimento vegetal.

A aplicação de calcário visa proporcionar condições ideais a cultura, pois reage na solução do solo corrigindo a acidez e aumentando o pH, além de disponibilizar Ca²⁺ e Mg²⁺ (Rampim et al., 2011).

Em substituição ao calcário pode-se utilizar resíduos industriais de celulose na silvicultura por apresentar características semelhantes ao calcário.

Porém essa prática ainda é pouco expressiva. Por outro lado, há um aumento cada vez maior da geração desses resíduos nas indústrias de celulose. Todavia, já existem evidências científicas do aumento na produtividade das culturas, resultante da aplicação desses resíduos no solo como fonte corretiva e de nutrientes para as plantas.

Esses resíduos são advindos das indústrias de celulose que com a crescente produção têm gerado, diariamente, grande quantidade de resíduos os que têm se transformado em uma grande preocupação ambiental e econômica (Medeiros et al., 2009).

A deposição desses resíduos em solos florestais é uma alternativa viável desde que realizada de maneira ordenada e com o objetivo de utilizar o resíduo para correção e adubação de solos e não apenas eliminá-lo (Arruda et al., 2011).

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi testar a eficácia do composto lama de cal + oxyfertil como corretivo de solo em um plantio de eucalipto em substituição do calcário.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de dados a campo e as análises laboratoriais foram realizadas durante o segundo semestre de 2014. A área experimental utilizada foi da Fazenda Bom Retiro de propriedade da Eldorado Brasil Celulose, localizada no município de Três Lagoas, MS, na latitude 20° 27' S e na longitude 52° 29' W. A precipitação média anual de 1300 mm e a temperatura média de 23,7° C. O tipo climático é Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O estudo foi desenvolvido em um talhão de *Eucalyptus urograndis* em um solo caracterizado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013), num talhão foram instaladas três redes de amostragem de 1 ha cada contendo 50 pontos amostrais.

Os tratamentos constituíram-se de duas fontes de cálcio, sendo o calcário dolomítico e o composto lama de cal + oxyfertil e de uma testemunha.

Cada parcela recebeu 2 Mg ha⁻¹ de corretivo. Sendo a primeira parcela recebendo 2 Mg ha⁻¹ de calcário e a segunda 2 Mg ha⁻¹ do composto lama



de cal + oxyfertil. Esse composto continha 60% de lama de cal e 40% de oxyfertil.

As principais características químicas da lama de cal são: CaO total = 24 %; MgO total = 0,10 %. E oxyfertil são CaO total = 60 %; MgO total = 30%

Antes da aplicação dos corretivos foi realizada a análise inicial do solo para a caracterização química que está apresentada na tabela 1 e três meses após a aplicação dos corretivos realizados as coletas de solo para determinar os teores de nutrientes do solo.

Os atributos do solo estudados foram: fósforo (P), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio (Al^{3+}), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) nas profundidades de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m, coletados no entorno de cada ponto amostral. As análises foram determinados segundo (Raij et al., 2001), realizadas no laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP/FEIS.

Foi realizada a análise do teste F com o auxílio do software R (R Development Core Team, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo apresentaram interação significativa a 1% de Shapiro & Wilk para quase todos os atributos, exceto para MO nas duas profundidades e CTC2 que não apresentaram significância, ou seja, não foram significativos (Tabela 2).

Quando comparado à média do Ca^{2+} , Mg^{2+} e pH antes e depois da aplicação dos corretivos (Tabela 1 e 2), nota-se que houve um aumento nos valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e pH na profundidade de 0,00 – 0,20m após a aplicação dos corretivos, sendo o maior teor observado no tratamento calcário onde Ca1 e Ca2 obtiveram 11,74 e 9,46 $mmol_c dm^{-3}$, respectivamente e pH obteve 4,53. Tal fato se assemelha ao encontrado por Simonete et. al (2013) avaliando a eficiência de calcário e lama de cal em um Neossolo Quartzarênico obtiveram os maiores aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e pH da camada superficial do solo. O Ca^{2+} e o Mg^{2+} passaram de 3,0 e 1,0 $mmol_c dm^{-3}$, respectivamente antes da aplicação do calcário para 24,0 e 22,0 $mmol_c dm^{-3}$, respectivamente após a aplicação do calcário. Já o pH passou de 3,9 para 5,9 após a aplicação do calcário. Porém diferiu deste estudo o fato de quando aplicado lama de cal observaram que houve um aumento semelhante ao calcário, caso que não ocorreu no presente estudo.

Já o teor de Al^{3+} teve uma maior diminuição no tratamento calcário após a aplicação do corretivo (Tabela 1 e 2) passando de 8 e 12 $mmol_c dm^{-3}$ em

ambas as profundidades para 6,26 e 8,52 $mmol_c dm^{-3}$ após a aplicação do calcário.

Em relação aos tratamentos, nota-se que as médias encontradas para o pH, MO, P, K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} não demonstraram diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 2), demonstrando não exercerem alterações significativas nestes atributos, podendo inferir então, que a taxa de extração de nutrientes do solo não foi alterada significativamente em função do tratamento ou do tipo de corretivo. No entanto, observa-se que houve efeito isolado dos fatores fontes de MO nos diferentes tratamentos. Verifica-se que as fontes de corretivos aplicados no solo não promoveram alterações significativas nos teores dos elementos químicos estudados. Porém a utilização do calcário dolomítico como fonte de correção e adubação do solo, para todos os atributos, exceto para os tóxicos ($H^+ + Al^{3+}$, Al^{3+} e m). Já a lama de cal + oxyfertil obteve seus maiores teores para os elementos tóxicos, confirmando que a mesma não foi capaz de neutralizar tal elemento (Al^{3+}).

Observando o efeito residual das fontes de calcário e lama de cal + oxyfertil aplicados no solo, verificou-se que não foi constatada diferença significativa para os teores de P e MO em ambas as profundidades, além da CTC2 para os dois tratamentos. Já para os demais atributos houve diferenças significativas entre o tratamento calcário e lama de cal + oxyfertil.

Quando comparado os três tratamentos observa-se que apenas a MO1, MO2 e CTC2 não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Tal fato pode ser explicado porque a matéria orgânica estava homogênea em toda a área e não foi afetada pela aplicação dos resíduos e a CTC2 devido a área estar classificada como um Neossolo Quartzarênico com mais de 80% de areia.

A adição de calcário dolomítico proporcionou aumentos significativos nos teores de P, MO, pH, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, CTC e V. Porém, apenas o P nas duas profundidades proporcionou aumento significativo para o calcário e lama de cal + oxyfertil em relação a testemunha.

O pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB e V em ambas as profundidades e CTC na profundidade de 0,00 – 0,20 m obtiveram os melhores resultados quando aplicado o calcário ao solo, porém os tratamentos lama de cal + oxyfertil e testemunha não diferiram entre si, tal episódio pode ter ocorrido devido a lama de cal possuir baixo teores de CaO e MgO não sendo suficiente para aumentar o pH de modo significativo como o calcário.

Outro fator semelhante foi o que ocorreu com $H^+ + Al^{3+}$, Al^{3+} e m em ambas as profundidades e CTC na profundidade de 0,20 - 0,40 onde as maiores médias foram encontradas nos tratamentos lama de cal + oxyfertil e testemunha, sendo que



essas duas não diferiram entre si, porém ambas diferiram do tratamento calcário. Isto é, o calcário foi o que conseguiu neutralizar mais o alumínio do solo e a lama de cal + oxyfertil não conseguiu fazer tal neutralização.

CONCLUSÕES

A aplicação do composto lama de cal + oxyfertil não foi superior estatisticamente em relação ao calcário dolomítico.

Apenas os teores de P, MO e CTC2 foram estatisticamente semelhantes entre si em ambos os tratamentos.

O composto lama de cal + oxyfertil não se diferiu do tratamento testemunha para os atributos pH, Ca, Mg e Al em ambas as profundidades.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP processo número: 2013/25329-5 e ao Incentivo à captação de recursos-FUNDUNESP processo número: 2333/002/14-PROPe/CDC pelo apoio financeiro e a Eldorado Brasil Celulose de Três Lagoas, MS.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, O. G.; TARSITANO, M. A. S.; ALVES, M. C.; GIACOMO, R. G. Comparação de custos de implantação de eucalipto com resíduo celulósico em substituição ao fertilizante mineral. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 576-583. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 3. ed. 2013. 306 p.

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*, Viçosa, 33:1657-1665, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, 2010. R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em 20 nov. 2014.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAMPIM, L.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F. & FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1687-1698, 2011.

SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C. Variabilidade espacial da fertilidade de Neossolo Quartzarênico em função da substituição do cerrado por pastagem. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 19, n.4, p. 334-347, 2011.

SIMONETE, M. A.; CHAVES, D. M.; TEIXEIRA, C. F. A.; MORO, L.; NEVES, C. U. Fornecimento de cálcio para plantas de *Eucalyptus saligna* por meio de aplicação de resíduo industrial lama de cal. *Revista brasileira de ciência do solo*, Viçosa, 37:1343-1351, 2013.

Tabela 1 - Análise inicial de alguns atributos químicos para fins de fertilidade do solo estudado

Profundidade	Atributos químicos ⁽¹⁾												
	MO	pH	Complexo sortivo								V	m	
	g dm ⁻³	CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	SB	CTC			
				-----mmolc dm ⁻³ -----									-----%-----
m													
0 – 0,20	12	4,1	8	0,9	1	2	36	8	3,9	39,9	10	67	
0,20 – 0,40	14	4,1	4	0,9	2	0	26	12	2,9	20,9	10	81	

⁽¹⁾ MO, pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC, V e m são respectivamente o matéria orgânica, potencial hidrogeniônico, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e saturação por alumínio coletados nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m do solo.



Tabela 2 - Teste F aplicado aos atributos de um Neossolo Quartzarênico sob os tratamentos de testemunha, calcário e lama de cal + oxyfertil.

Atributos ⁽¹⁾	F Calculado	Médias ⁽²⁾		
		Calcário	Lama de Cal + Oxyfertil	Testemunha
P1 (mg dm ⁻³)	9,66**	2,72 a	2,98 a	2,30 b
P2 (mg dm ⁻³)	25,39**	2,04 a	2,10 a	1,38 b
MO1 (mg dm ⁻³)	0,97 ^{ns}	11,14 a	11,52 a	11,30 a
MO2 (mg dm ⁻³)	1,29 ^{ns}	9,98 a	9,78 a	9,66 a
pH1	9,56**	4,53 a	4,14 b	4,28 b
pH2	25,74**	4,31 a	3,99 b	4,06 b
K1 (mmol _c dm ⁻³)	5,72**	0,78 a	0,60 b	0,76 a
K2 (mmol _c dm ⁻³)	14,02**	0,71 a	0,45 b	0,62 a
Ca1 (mmol _c dm ⁻³)	24,27**	11,74 a	3,28 b	4,88 b
Ca2 (mmol _c dm ⁻³)	21,36**	6,06 a	1,96 b	2,78 b
Mg1 (mmol _c dm ⁻³)	15,93**	9,46 a	4,20 b	4,64 b
Mg2 (mmol _c dm ⁻³)	25,31**	4,94 a	2,18 b	2,22 b
H+Al1 (mmol _c dm ⁻³)	20,24**	20,16 b	25,96 a	26,04 a
H+Al2 (mmol _c dm ⁻³)	43,87**	19,62 b	24,72 a	24,92 a
Al1 (mmol _c dm ⁻³)	10,62**	6,26 b	10,30 a	10,14 a
Al2 (mmol _c dm ⁻³)	12,55**	8,52 b	12,46 a	11,94 a
SB1 (mmol _c dm ⁻³)	16,26**	20,74 a	8,63 b	10,84 b
SB2 (mmol _c dm ⁻³)	27,40**	11,72 a	4,42 b	5,58 b
CTC1 (mmol _c dm ⁻³)	7,70**	41,09 a	35,51 b	35,89 b
CTC2 (mmol _c dm ⁻³)	3,04 ^{ns}	31,41 a	29,39 a	30,96 a
V1 (%)	14,69**	46,74 a	26,02 b	26,64 b
V2 (%)	35,03**	35,34 a	11,06 b	16,80 b
m1 (%)	12,75**	30,34 b	56,24 a	55,1 a
m2 (%)	22,19**	46,08 b	74,99 a	67,06 a

⁽¹⁾ P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC, V e m de 1 a 2, são respectivamente o fósforo, matéria orgânica, potencial hidrogeniônico, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e saturação por alumínio coletados nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m do solo; ⁽²⁾ médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P ≤ 0,05); * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%; ^{ns} não significativo.