



Atributos químicos de um argissolo coeso após adubação verde e efeito residual do gesso

Stéfanny Barros Portela⁽²⁾; José Frederico Araújo Carvalho⁽³⁾; Vírley Gardeny Lima Sena⁽⁴⁾; Vinícios Ribamar Alencar Macedo⁽⁵⁾; Marta Jordana Arruda Coelho⁽⁶⁾; Emanuel Gomes de Moura⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁽²⁾ Mestranda em Agroecologia; Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis-MA, stefannyportela@hotmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia; UEMA; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Agricultura; UNESP; ⁽⁵⁾ Doutorando em Agroecologia; UEMA; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas; ESALQ; ⁽⁷⁾ Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Agroecologia; UEMA.

RESUMO: O sistema de plantio direto (SPD) traz muitos benefícios físicos, químicos e biológicos para os solos tropicais, entretanto, alguns problemas surgem ao longo do tempo com a adoção deste sistema de manejo, como a compactação do solo, a acidez subsuperficial e a deficiência de cálcio em profundidade, que podem restringir o crescimento radicular das culturas. Com o objetivo de avaliar as alterações nos indicadores químicos do solo pelo efeito da aplicação superficial do gesso (após dois anos) e do plantio direto, foi realizado um experimento em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura franco arenosa, em São Luís (MA) no ano de 2013. O arranjo experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos: 1 = G(12)+L+U+K; 2 = G+U+K; 3 = G+L+U+K; 4 = G+ L; 5 = L; 6 = C. (G(12) = Gesso 12 t ha⁻¹; G = Gesso 6 t ha⁻¹; L = Sombreiro e Leucena; U = Uréia; K = Cloreto de Potássio; C = Controle). Os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, pH e H+Al foram determinados nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. A aplicação superficial de gesso aumentou os teores de Ca²⁺, na camada de 0-10 e na camada de 10-20, representando 78% e 55% da CTC efetiva do solo, respectivamente nessas profundidades. O elevado teor de Ca²⁺ provocou lixiviação de bases, principalmente de magnésio para as camadas abaixo de 20 cm.

Termos de indexação: cobertura do solo, mobilidade de cálcio, lixiviação de íons.

INTRODUÇÃO

No trópico úmido as oportunidades para a intensificação da agricultura são centradas no aumento da disponibilidade de nutrientes e no uso mais eficiente dos nutrientes disponibilizados. Isto significa estabelecer um conjunto de práticas que permitam o cultivo intensivo e constante da mesma área sem perda da fertilidade do solo e sem queda da produtividade das culturas (Moura et al., 2013). O

que é um desafio quando se cultiva em solos que apresentam alta taxa de remoção de nutrientes do perfil, devido à lixiviação e à baixa capacidade de retenção de cátions. Para se manejar adequadamente a fertilidade do solo no trópico úmido, devem ser consideradas, em conjunto, a disponibilidade e a eficiência do uso dos nutrientes. Nessas condições, é preciso levar em conta que, se houver propensão à coesão do solo, boa parte dos nutrientes aplicados não é absorvida pelas raízes, o que diminui o efeito das adubações sobre a produtividade das culturas, ao ponto de tornar antieconômica a aquisição de adubos (Moura et al., 2013).

Acredita-se que uma alternativa para minimizar os efeitos da coesão do solo e provocar melhorias no ambiente radicular das culturas além de atender as premissas de reciclagem de nutrientes, consiste na aplicação de gesso associado ao plantio direto na palha de leguminosas, que combina as vantagens da complementação do gesso a calagem com os benefícios do plantio na palha de leguminosas arbóreas.

Perante o que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do gesso, com ramos de leguminosas arbóreas e fertilizantes industriais sobre os indicadores químicos do solo em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, no interior da Ilha de São Luís – MA, situado a 44° 18'W de longitude e 2° 30'S de latitude. A temperatura local média é de aproximadamente 26 °C. O clima da região na classificação de Köppen é do tipo Aw, equatorial quente e úmido. As precipitações pluviais variam de 1700 a 2300 mm anuais, dos quais mais de 80% ocorrem de janeiro a abril. No decorrer do



experimento a precipitação pluvial atingida foi de 1280,4 mm.

O experimento foi implantado em janeiro de 2011, e nesse período foram coletadas as amostras de solo em dez pontos, em “zigue-zague”, em toda extensão da área do experimento e formaram-se quatro amostras compostas de cada profundidade: 0-5; 5-10; 10-15 e de 15-20 cm, nas quais foram analisados segundo metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas (2001). O solo da área foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico coeso (Embrapa, 2006). A calagem consistiu na aplicação superficial de 2 t ha⁻¹ de cal hidratada, distribuídas uniformemente em toda área experimental, em janeiro de 2011. Na mesma ocasião aplicou-se gesso nas parcelas predeterminadas, e a distribuição foi efetuada a lanço. Foram coletadas amostras do gesso e da cal hidratada para análises químicas e seus valores são apresentados na (Tabela 1).

Tratamentos e amostragens

A área experimental consistiu de 24 parcelas de 4m x 8m, totalizando 768 m² e o delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de seis tratamentos: 1: G(12)+L+U+K; 2: G+U+K; 3: G+L+U+K; 4: G+L; 5: L; 6: C. Nos quais: G(12) = Gesso 12 t ha⁻¹; G = Gesso 6 t ha⁻¹; L = Sombreiro e Leucena; U = Uréia; K = Cloreto de Potássio; C = Controle.

A coleta das amostras de solo para a caracterização química do efeito do gesso (após 2 anos de aplicação) e da cobertura morta foi realizada no período compreendido entre janeiro a fevereiro de 2013. Desde 2011, a área recebe a seguinte adubação para o cultivo anual do milho: 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (na forma de superfosfato triplo), 5 kg ha⁻¹ de Zn (na forma de sulfato de zinco), e nas parcelas predeterminadas a receberem uréia e cloreto de potássio foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Os tratamentos com cobertura do solo receberam leucena (*Leucaena leucocephala*) que possui em torno de 4% de N e 1% de K e sombrero (*Clitoria fairchildiana*) que possui em média 2% de N e 0,7% de K, empregadas na proporção de cinco toneladas de matéria seca por hectare.

As amostras para análise química de pH em CaCl₂, K, Ca, Mg e de H+Al do solo foram coletadas nas profundidades de 0-10;10-20; 20-30; 30-40 cm, com três repetições por parcela, em cada profundidade. As amostras foram analisadas segundo metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas (2001). Quanto ao resultado das

análises, foram determinados a capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB) e a saturação por bases (V%).

Análise estatística

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância ANOVA pelo programa InfoStat (Dirienzo et al., 2011) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada de 0 -10 cm de profundidade os tratamentos que receberam leguminosas, tiveram um valor de pH maior em relação aos tratamentos G+U+K e C (Tabela 2). Isso sugere que a cobertura do solo e as substâncias liberadas gradativamente provenientes da decomposição das leguminosas tiveram influência na elevação do pH nessa camada.

A acidez potencial (H + Al) foi maior no tratamento G+U+K, na camada de 0-10 cm do solo, em relação aos tratamentos G+L e G+L+U+K (Tabela 2). O que pode ser consequência da acidificação provocada pela adubação química na superfície do solo. Observou-se também que a aplicação de leguminosas associadas ao gesso reduzem os teores da acidez trocável nessa camada.

Os resultados encontrados demonstram que os teores de K⁺ no tratamento G+L+U+K, na camada 0-10 cm, foram superiores ao C, mas não se pode inferir que o gesso tenha contribuído para isso, tendo em vista que o tratamento L não diferiu do tratamento G+L+U+K na mesma camada de solo (Tabela 2). Portanto, o que melhor explica esse fato é que a cobertura do solo com leguminosas evitou a lixiviação do K⁺ e serviu como um aporte nos teores deste elemento disponibilizado superficialmente no solo após decomposição. Em trabalhos como o de Caires et al. (2001), no caso do K trocável seus teores não foram influenciados significativamente pela calagem na superfície, e a movimentação do nutriente proporcionada pela aplicação de gesso foi extremamente menor. Embora a lixiviação do K trocável pelo uso de gesso possa ocorrer em função do tipo de solo (Sumner, 1995; Sousa & Ritchey, 1986) e da quantidade de gesso aplicada, essa movimentação tem sido muito pequena em sistema de plantio direto (Caires et al., 1998). Os teores de Ca²⁺ foram maiores nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm do solo (Tabela 2) em todos os tratamentos com gesso, em relação aos valores atingidos pelo C. Os teores deste elemento variaram, na camada de 0-10, de 43,50



(C) para 77 mmolc dm^{-3} (G+L+U+K), representando até 78% da CTC efetiva do solo nessa profundidade. Na camada de 10-20 cm, os teores variaram de 18,25 (Tratamento L) para $34,75 \text{ mmolc dm}^{-3}$ (Tratamento G+L), representando até 55% da CTC efetiva do solo nessa camada. O elevado teor de Ca^{2+} pode afetar a disponibilidade de Mg^{2+} e de K^+ no solo, já que o Ca é o cátion dominante no complexo de troca do solo (Vitti et al., 2006), pois na sequência liotrópica ele é atraído, preferencialmente, pelas cargas negativas do solo (CTC) em relação ao Mg^{2+} e ao K^+ (Meurer et al., 2006).

O incremento de Ca fornecido pelo gesso aumentou a Soma de Bases (SB). O que pode ser observado com o tratamento G+L o qual apresentou a maior SB constituída por 75% de Ca^{2+} , diferindo significativamente do tratamento L na camada de 20-30 cm (**Tabela 2**).

Para os teores de Mg^{2+} no solo percebe-se que houve um decréscimo em valores absolutos da ordem de 31%, entre o tratamento L e G+L+U+K na camada de 10-20 cm (**Tabela 2**). Isso demonstra que o Mg^{2+} formou complexos com carga neutra com o sulfato, promovendo a sua descida para camadas mais profundas do solo.

Os tratamentos que receberam a combinação de gesso com leguminosas obtiveram os maiores teores de saturação por bases (V%) na primeira camada. Os valores do V% partiram de 75,64 para $87,88 \text{ mmolc dm}^{-3}$ (**Tabela 2**), nos tratamentos G+U+K e G+L respectivamente, na camada de 0-10 cm. O gesso aplicado de forma isolada não foi suficiente para elevar a saturação por bases no solo coeso até os primeiros 30 cm de solo. No entanto quando se observa a camada de 30-40 cm, percebe-se que a adição de gesso com fertilizantes industriais elevaram o V% em 44% em relação ao Controle. Portanto, pode-se inferir que, a aplicação de G+U+K possui, uma rápida percolação no perfil do solo quando relacionado aos tratamentos que receberam a adição de gesso com cobertura. Nota-se que o tratamento G+U+K apresentou a menor saturação por bases e a maior acidez efetiva e potencial, na primeira camada do solo (**Tabela 2**). E o tratamento Controle apresentou a menor saturação por bases (na última camada), menor disponibilidade de Ca^{2+} (até 20 cm do solo) e K^+ (na primeira camada) e maior acidez efetiva (na primeira camada) (**Tabela 2**). O que comprova que o uso exclusivo de fertilizantes inorgânicos nos solos suscetíveis à coesão e sujeitos à alta lixiviação de nutrientes é inviável sem a utilização da cobertura do solo.

Com base nos resultados, nota-se que não há vantagens agronômicas e financeiras na aplicação de gesso 12 t ha^{-1} , visto que essa dosagem não

diferiu em nenhum dos parâmetros analisados da dosagem de gesso com 6 t ha^{-1} .

CONCLUSÕES

A aplicação de ramos de leguminosas arbóreas como cobertura do solo mostrou ser uma estratégia eficiente para reduzir os efeitos da coesão e da lixiviação além de servir como um aporte de nutrientes.

Em solos arenosos, a aplicação de gesso com fertilizantes sintéticos, promovem maior acidez efetiva e acarretam maior lixiviação de bases no perfil do solo.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E.F.; CHUERI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 22:27-34, 1998.

CAIRES, E.F.; FELDILAU, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. Bragantia, 60:213-223, 2001.

DI RIENZO, et al. InforStat 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidade Nacional do Córdoba, Argentina. Disponível em <<http://www.infostat.com.br>>

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 412, 2006.

IAC. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. IAC, Campinas, 2001.

MOURA, E.G.; CORRÊA, M.S.; COSTA, N.J.F.; AGUIAR, A.C.F. Os solos do Maranhão e as pastagens. 2 ed. São Luís, UEMA, 2013. 80-85p.

SOUZA, D.M. G.RITCHEY, K.D. Uso do gesso no solo do cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA, 1986. p. 119-144.

SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity with minimum disturbance. In: JAYAWARDANE, N.S.; STEWART, B.A. (Eds.). Subsoil management techniques. Athens: Lewis Publishers, 1995, 147-185 p.

VITTI, G.C. Uso eficiente do gesso agrícola na agropecuária. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 30p. 2006.



Tabela 1. Análise química da cal hidratada e do gesso agrícola aplicado no experimento em 2011.

Corretivos	PN	PRNT	CaO	MgO	CaO + MgO
	-----%-----		-----g/100g-----		
Cal Hidratada Ca(OH) ₂	123,8	124,0	40,4	22,8	63,2
Gesso Agrícola CaSO ₄	6,5	6,6	25,4	1,3	26,7

Tabela 2 – Características químicas do solo após cobertura com leguminosas arbóreas e efeito residual do gesso. Nos quais: G(12) = Gesso 12 t ha⁻¹; G = Gesso 6 t ha⁻¹; L = Sombreiro e Leucena; U = Uréia; K = Cloreto de Potássio; C = Controle.

	Tratamentos					
	G(12)+L+U+K	G+ U+K	G+L+U+K	G +L	L	C
0-10 cm						
Ca (mmol _c dm ⁻³)	72,50 ab	48,50 ab	77,00 a	75,00 a	52,25 ab	43,50 b
K (mmol _c dm ⁻³)	1,09 ab	1,06 ab	1,27 a	1,13 ab	1,09 ab	0,84 b
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	13,75 ab	19,00 a	12,00 b	11,75 b	15,50 ab	15,50 ab
pH (CaCl ₂)	5,94 ab	5,4 b	6,06 ab	6,28 a	5,62 ab	5,48 b
V%	85,49 a	75,64 b	87,09 a	87,88 a	81,20 ab	78,27 ab
CTC (mmol _c dm ⁻³)	96,09 a	78,56 a	98,27 a	99,63 a	87,09 a	73,09 a
10-20 cm						
Ca (mmol _c dm ⁻³)	28,75 abc	27,75 abc	33,5 ab	34,75 a	18,25 c	21,00 bc
Mg (mmol _c dm ⁻³)	6,25 ab	5,5 ab	4,5 b	6,0 ab	14,5 a	12,00 ab
CTC (mmol _c dm ⁻³)	59,88 a	58,77 a	58,15 a	62,81 a	56,35 a	52,66 a
20-30 cm						
SB (mmol _c dm ⁻³)	18,63 ab	19,54 ab	21,22 ab	28,74 a	13,51b	22,52 ab
Ca (mmol _c dm ⁻³)	15,00 a	13,5 a	17,25 a	22,00 a	8,75 a	15,25 a
V%	40,52 a	39,53 a	43,01 a	49,47 a	31,06 a	48,53 a
30-40 cm						
V%	32,44 ab	40,80 a	34,09 ab	34,85 ab	24,18 ab	22,86 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).