

## Efeito da aplicação do Gesso e da Cobertura do solo sobre o Indicador Químico no perfil de um Solo Tropical<sup>(1)</sup>.

**Marta Jordana Arruda Coelho<sup>(2)</sup>; Danúbia Lemes Dadalto<sup>(3)</sup>; Carlos César Martins Sousa<sup>(2)</sup>; Ingrid Safira de Freitas Silva<sup>(4)</sup>; João Guilherme Leal Diniz<sup>(5)</sup>; Emanuel Gomes de Moura<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq; <sup>(2)</sup> Mestrandas em Agroecologia; Programa de Pós-graduação em Agroecologia; Universidade Estadual do Maranhão-UEMA; Campus Universitário Paulo VI, Tirirical, São Luís-MA; martajordana.ac@gmail.com; <sup>(3)</sup> Doutorando em Agroecologia; Programa de Pós-graduação em Agroecologia; UEMA; Campus Universitário Paulo VI, Tirirical, São Luís-MA; <sup>(4)</sup> Graduandos em Agrônômica; UEMA; <sup>(5)</sup> Professor Doutor; Centro de Ciências Agrárias; Universidade Estadual do Maranhão-UEMA; Campus Universitário Paulo VI, Tirirical, São Luís-MA; egmoura@elo.com.br

**RESUMO:** Tem aumentado o interesse no sistema de plantio direto o uso do gesso como alternativa de manejo nos solos tropicais, principalmente no sentido de fornecer um melhor ambiente radicular e solucionar o problema da acidez no subsolo sem promover o revolvimento do solo. Com o objetivo de avaliar as alterações nos indicadores químicos pelo efeito da aplicação do gesso e da cobertura do solo, foi realizado um experimento em um Argissolo Vermelho-Amarelo, em São Luís-MA, no ano de 2011. O arranjo experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos: testemunha apenas com calcário, leguminosas (leucena e sombreiro), gesso + leguminosas, gesso + ureia + potássio e, dois tratamentos com gesso (6 e 12 t ha<sup>-1</sup>) + ureia + potássio + leguminosas. A aplicação superficial do gesso aumentou os teores de Ca trocável em todo o perfil do solo e provocou lixiviação de bases, principalmente de magnésio para as camadas abaixo de 20 cm. A cobertura do solo mostrou-se eficiente em relação à matéria seca da planta de milho, pois favoreceu uma maior produção tanto na floração quanto na maturação.

**Termos de indexação:** mobilidade de cálcio, lixiviação de íons, acidez no subsolo.

### INTRODUÇÃO

Os solos tropicais, na sua maioria, apresentam características químicas e físicas de difícil manejo. Há um grande desafio na construção e manutenção da fertilidade do solo, principalmente quando estão relacionadas à implantação de sistemas agrícolas sustentáveis. Outro problema comumente encontrado nos solos tropicais é a coesão das partículas, causadas pelos ciclos molhagem/secagem. Baixos teores de carbono orgânico, combinado com baixas quantidades de ferro livre no solo podem aumentar a tendência do solo para endurecer e dificultar a penetração de raízes das plantas. A eficiência do uso de nutrientes

nestes solos será sempre dependente parcial ou completa da solução destas limitações, envolvendo ambiente e manejo de solo e planta.

O gesso agrícola (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), é um subproduto da indústria de ácido fosfórico que contém principalmente sulfato de cálcio e pequenas concentrações de P e Fe. A sua aplicação em superfície seguida por lixiviação para subsolos ácidos resulta em melhor crescimento radicular e maior absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas (Carvalho & Raij, 1997), em decorrência do aumento da concentração de Ca, da formação de espécies menos tóxicas de Al (AlSO<sub>4</sub><sup>+</sup>) e da precipitação de Al<sup>3+</sup> (Shainberg et al., 1989). A grande mobilidade vertical de cátions ocasionada pelo gesso deve-se a maior solubilidade desse produto em relação aos calcários, à inalteração das cargas elétricas, e à permanência do ânion sulfato quase que totalmente na solução do solo (Dias et al., 1994).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do gesso e da cobertura do solo sobre os indicadores químicos do solo em diferentes profundidades.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Maranhão em fevereiro de 2011, no início do período chuvoso, em São Luís (MA), localizado a 2°30' latitude sul e 44° 18' longitude oeste. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico, de textura franco arenosa (EMBRAPA, 2006). O clima da região é equatorial quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa que se estende de janeiro a junho com precipitação média de 2.100 mm ano<sup>-1</sup> e uma estação seca, com déficit hídrico acentuado de julho a dezembro. No decorrer do experimento a precipitação pluviométrica atingida foi de 2.334,20 mm.

### Tratamentos e amostragens



O preparo inicial da área foi a capina e a destocagem. Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, para determinações das análises químicas (**Tabela 1**). Em seguida foi feita a distribuição da cal hidratada em toda área do experimento, na proporção de 200g/m<sup>2</sup>; também foi realizada a aplicação do gesso 60 dias antes do plantio nas quantidades de 6 e 12 t ha<sup>-1</sup>, nas parcelas determinadas para receber tal tratamento. Foi feita uma adubação de fundação de fósforo e nitrogênio nas proporções de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de uréia, e de 40 kg ha<sup>-1</sup> de potássio na forma de cloreto de potássio (KCl<sub>2</sub>). E 5% de zinco.

Os adubos verdes foram aplicados tanto no plantio quanto em cobertura, sendo utilizadas as leguminosas *Leucaena leucocephala* que apresenta alta qualidade de resíduos e o Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) de baixa qualidade de resíduos, foram empregadas na proporção de 5000 kg de matéria seca por ha ou 20 kg por parcela. O milho cultivado (utilizado como cultura econômica) foi o Híbrido da Agrocere 70 88 semi-anã em um espaçamento de 0,80 m x 0,30 m, com parcelas de 4 m x 8 m. O arranjo experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições e seis tratamentos: testemunha = Testemunha; leguminosas = Leg.; gesso + leguminosas = G+Leg.; gesso + uréia + KCl<sub>2</sub> = G+U+K; gesso (6 t ha<sup>-1</sup>) + leguminosas + uréia + KCl<sub>2</sub> = G+U+K+Leg.; gesso (12 t ha<sup>-1</sup>) + leguminosas + uréia + KCl<sub>2</sub> = G(12t)+U+K+Leg.

Para determinação dos indicadores químicos de fertilidade, foram retiradas amostras de solo, ao final do ciclo da cultura, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. Os teores de K, Ca, Mg, pH, H + Al, M.O., SB e V% seguiram o método do Raji et al. (2001) e foram determinados no laboratório de química do solo da UEMA.

Para a matéria seca do milho foram coletadas três plantas medianas de cada parcela (plantas representativas), cortadas a partir do tronco, todas com pendão, colocadas em sacos de papel, levadas à estufa a 60°C, e depois de secas, pesadas e tiradas as médias.

#### Análise estatística

O arranjo experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e seis tratamentos. Análise de variância foi realizada utilizando o software STATISTICA (Statsoft, Inc. Assisat versão 7.6 beta (2011), seguido pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas do solo mostraram alterações em alguns dos atributos avaliados durante o transcurso do experimento e mostraram que alguns indicadores químicos de fertilidade foram melhorados por meio da aplicação do calcário, gesso, uréia, potássio e leguminosas.

Os maiores aumentos do pH nas camadas superficiais estão relacionados (**Tabela 2**): (1) a pequena reatividade do calcário abaixo dos locais de aplicação, à semelhança do encontrado por Rheinheimer et al. (2000). Seus trabalhos relatam que o calcário não se movimentava para camadas mais profundas do solo; (2) o pouco tempo que o gesso agrícola teve para descer para as camadas mais profundas para diminuir a acidez no subsolo. (Reeve e Sumner, 1972).

Houve aumento dos teores de cálcio trocável em todas as profundidades (0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm) e em todos os tratamentos, exceto nos tratamentos: Testemunha e Leguminosas nas profundidades de 10-15 e 15-20 cm (**Tabela 2**). O gesso foi responsável pelo aumento do Ca<sup>2+</sup> nas camadas mais profundas, modificando assim significativamente os teores de cálcio trocável em relação à testemunha nas últimas camadas. Esses resultados foram semelhantes aos de Caires et al. (2003), onde a aplicação de gesso aumentou os teores de Ca trocável do solo nas cinco profundidades estudadas (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm), independentemente dos tratamentos de calagem. O aumento do Ca trocável no perfil do solo com o uso de gesso foi mais pronunciado aos oito meses de sua aplicação na superfície, sendo nítida a lixiviação do nutriente com a maior dose de gesso aplicada (9 t ha<sup>-1</sup>), após 32 meses.

Os teores de Mg<sup>2+</sup> no solo reduziram com as doses de gesso em todas as profundidades, sendo o cátion lixiviado para camadas abaixo de 20 cm. Resultados semelhantes a esse também foram observados em outros trabalhos (Toma et al., 1999; Farina et al., 2000). No trabalho de Toma et al. (1999), houve movimentação do Mg trocável no solo na camada de 0,20-0,60 m para a camada de 1,0-1,20 m, após 16 anos da aplicação do gesso. No trabalho de Farina et al. (2000), verificaram-se redução do Mg trocável no solo na camada 0-0,30 m e aumento do nutriente na camada de 0,30-0,75 m, após 10 anos da aplicação de gesso. A lixiviação do Mg trocável no solo com a adição de gesso é facilitada pela formação do par iônico MgSO<sub>4</sub><sup>0</sup> e tem sido observada em vários estudos (Caires et al.,



1999; Toma et al., 1999). Caires et al. (1999) constataram que a movimentação de  $Mg^{2+}$  com a aplicação de gesso foi maior quando os teores de Mg trocáveis eram mais elevados no solo.

Assim, quando o gesso é aplicado em doses elevadas devem ser desenvolvidas estratégias para minimizar as perdas de Mg trocável (Caires et al., 2003).

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, como ocorridos nos trabalhos de Caires et al. (2001). Embora a lixiviação do K trocável pelo uso de gesso possa ocorrer em função do tipo de solo (Sumner, 1995), essa movimentação tem sido muito pequena em sistema plantio direto.

Na **Tabela 3**, são apresentados os dados de produção de matéria seca na floração e na maturação. Para a matéria seca na floração todos os tratamentos apresentaram diferenças com relação à testemunha e para a matéria seca do milho na maturação também teve resultados significativos, principalmente nos tratamentos com leguminosas, em relação aos sem leguminosas. Esse fato pode ser explicado, pelo maior fornecimento de cálcio e magnésio e enxofre (própria composição). As leguminosas também contribuíram para maior absorção de nitrogênio, fósforo e potássio (composição) e isso foi comprovado por uma visível diferença de desenvolvimento das plantas quando comparadas ao tratamento testemunha.

### CONCLUSÕES

O calcário aplicado na superfície, em sistema de plantio direto, apresentou eficiência na correção da acidez das camadas superficiais, diferentemente do gesso que não causou nenhum efeito sobre a acidez nas quatro profundidades estudadas.

A aplicação superficial do gesso aumentou os teores de Ca trocável em todo o perfil do solo estudado e provocou lixiviação de bases, principalmente de magnésio para as camadas abaixo de 20 cm.

O gesso com a cobertura do solo mostrou-se eficiente em relação à matéria seca da planta de milho, pois favoreceu uma maior produção tanto na maturação quanto na floração.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelos recursos para a execução do projeto e pelas bolsas de estudos, à FAPEMA e a CAPES pela concessão das bolsas de estudos.

### REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:315-327, 1999.

CAIRES, E. F.; FELDHAUS I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. *Bragantia*, Campinas, 60:213-223(3), 2001.

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO F. J.; KUSMAN M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:275-286, 2003.

CARVALHO, M.C.S. e RAIJ, B. van. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. *Plant Soil*, 192:37-48, 1997.

FARINA, M.P.W.; CHANNON, P.; THIBAUD, G.R. A comparison of strategies for amelioration subsoil acidity: I long-term growth effects. *Soil Science Society of America Journal*, 64:646-651, 2000.

REEVE, N.G.; SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface. *Applied amendments. Agrochemophisica*, Pretoria, 4:1-6, n. 1 jan./feb. 1972.

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F.M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. *Ciência Rural*, 30:263- 268, 2000.

SHAINBERG, I.; SUMNER, M.E.; MILLER, W.P.; FARINA, M.P.W.; PAVAN, M.A. & FEY, M.V. Use of gypsum on soils: A review. *Adv. Soil Sci.*, 9:1-111, 1989.

SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity with minimum disturbance. In: JAYAWARDANE, N.S. & STEWART, B.A., eds. *Subsoil management techniques*. Athens, GA, Lewis Publishers, 147-185, 1995.

TOMA, M.; SUMNER, M.E.; WEEKS, G.; SAIGUSA, M. Long term effects of gypsum on crop yield and subsoil chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 39:891-895, 1999.

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento em diferentes profundidades.

Profundidades cm	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (mg/dm <sup>3</sup> )	H + Al -----	K (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Ca	Mg	SB -----	M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	V %
0 - 5	4,6	6,8	28,2	1,8	24,2	5,0	31,0	31,2	52,3
5 - 10	4,3	4,2	27,5	1,2	12,2	3,7	17,2	18,2	38,4
10 - 15	4,1	3,8	29,0	1,1	8,7	1,5	11,4	14,2	28,2
15 - 20	4,0	3,9	28,7	0,7	7,2	1,7	9,7	12,4	25,2

**Tabela 2.** Teores de matéria orgânica, pH, H + Al, saturação em bases, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e soma de bases no solo em área cultivada com milho em diferentes profundidades ao final do ciclo da cultura.

Tratamentos	Teores								
	M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	pH (CaCl <sub>2</sub> )	H+Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	V (%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K -----	Ca (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Mg -----	SB -----
<b>Profundidade de 0 a 5 cm</b>									
Testemunha	29,5a	6,2a	12,7a	84,0a	6,5c	0,3d	62,7b	10,0ab	73,0b
Leg.	41,0a	6,4a	10,0ab	87,9a	18,2a	0,6bc	71,5ab	12,0a	84,1ab
G+Leg.	38,0a	7,0a	9,7b	89,3a	11,9bc	0,8b	97,7a	6,7cd	105,3ab
G+U+K	37,5a	6,5a	10,5ab	85,3a	14,7ab	0,5cd	71,7ab	2,5e	74,7ab
G+U+K+Leg.	42,7a	6,9a	10,0ab	89,3a	14,9ab	1,1a	99,7a	7,5bc	108,3a
G(12t)+U+K+Leg.	42,0a	6,8a	9,2b	90,6a	17,8ab	0,8b	87,0b	4,2de	92,0ab
C.V. (%)	17,4	5,6	12,1	3,9	19,14	15,65	18,57	18,07	17,08
<b>Profundidade de 5 a 10 cm</b>									
Testemunha	17,5 a	5,6a	16,2a	58,9a	6,0c	0,2ab	15,5b	8,5a	24,2b
Leg.	20,0a	5,6a	16,5a	66,2a	7,7c	0,2b	23,7ab	6,7b	30,5a
G+Leg.	20,0a	5,9a	15,0a	71,6a	11,0b	0,5ab	29,0a	2,2c	31,7a
G+U+K	18,5a	5,6a	16,5a	65,1a	5,2c	0,3ab	27,0a	1,0c	28,3ab
G+U+K+Leg.	19,0a	6,0a	13,7a	72,2a	7,5c	0,4ab	28,2a	1,7c	30,4a
G(12t)+U+K+Leg.	19,7a	5,4a	18,5a	64,6a	15,2a	0,5a	26,5a	1,0c	28,0ab
C.V. (%)	17,8	6,9	18,5	16,7	13,49	29,87	15,77	15,95	8,85
<b>Profundidade de 10 a 15 cm</b>									
Testemunha	13,7a	4,9a	21,5a	34,2a	3,0b	0,4a	5,5c	6,0a	11,9b
Leg.	14,7a	4,8a	24,7a	30,6a	8,5a	0,2a	7,2bc	4,7a	12,2b
G+Leg.	16,0a	5,0a	22,0a	39,8a	9,2a	0,3a	11,0b	0,7b	12,0b
G+U+K	15,0a	4,9a	23,7a	35,5a	6,0ab	0,4a	11,7b	0,5b	12,6b
G+U+K+Leg.	15,2a	5,0a	21,2a	42,5a	10,2a	0,3a	11,2b	1,0b	12,5b
G(12t)+U+K+Leg.	15,0a	4,6a	25,5a	34,1a	8,0a	0,3a	16,7a	0,5b	17,5a
C.V. (%)	14,4	6,5	17,6	30,3	25,10	39,15	18,65	26,503	10,62
<b>Profundidade de 15 a 20 cm</b>									
Testemunha	14,2 a	4,7a	24,5a	23,8a	3,7c	0,4ab	3,5c	4,2a	8,1bc
Leg.	11,7a	4,5b	29,0a	18,1a	6,7b	0,4ab	4,7bc	1,7b	6,9c
G+Leg.	12,1a	4,7a	25,5a	28,4a	3,0c	0,3ab	10,7a	0,5c	11,5a
G+U+K	13,9a	4,5b	29,5a	24,6a	4,0c	0,5a	10,7a	0,5c	11,7a
G+U+K+Leg.	13,5a	4,8a	26,2a	25,8a	3,7c	0,2b	7,5ab	0,5c	8,2bc
G(12t)+U+K+Leg.	11,7a	4,5b	25,5a	26,7a	9,5a	0,3ab	10,5a	0,5c	11,3ab
C.V. (%)	9,4	1,4	11,4	29,6	16,0	29,41	18,57	32,59	14,39

**TABELA 3.** Matéria seca da parte aérea do milho por ocasião da floração e maturação.

Tratamentos	Matéria seca (g)			
	Floração	Maturação		
Testemunha	110,81	b	41,29	c
Leg.	260,79	a	84,95	ab
G+Leg.	200,32	ab	83,12	ab
G+U+K	178,89	ab	54,58	bc
G+U+K+Leg.	267,81	a	98,28	a
G(12t)+U+K+Leg.	262,1	a	96,75	a
C.V. (%)	19,99		18,66	

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.