

XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
13 a 17 de setembro de 2010, Guarapari, ES.

**Dinâmica de Nutrientes e Atributos Químicos do Perfil do Solo em Função da
 Aplicação de Gesso Agrícola na Cultura de Guaranazeiro em Formação no
 Estado do Amazonas**

Lucio Pereira Santos⁽¹⁾, Scheilla Marina Bragança⁽²⁾, Enilson de Barros Silva⁽³⁾ & Fabrício Resende Fregonezi⁽⁴⁾

(1) Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental - CPAA, Rodovia AM - 010, Km 29, CP: 319, Manaus, AM, CEP: 69.048-660. E-mail: lucio.santos@cpaa.embrapa.br (apresentador do trabalho); (2) Pesquisadora do Incaper, Rodovia BR 101, Km 151, CP: 62, Linhares, ES, CEP: 29.915-140. E-mail: bragancasm@incaper.es.gov.br; (3) Professor do Departamento de Agronomia da FCA/UFVJM, Rua da Glória, 187, CP: 38, Diamantina, MG, CEP: 39.100-000. E-mail: esilva@ufvjm.edu.br; (4) Engenheiro-Agrônomo da Agropecuária Jayoro Ltda, Rodovia BR 174 - Km 120, Zona Rural, CEP: 69.735-000, Presidente Figueiredo, AM, E-mail: fabricao@jayoro.com.br

RESUMO – Com os objetivos de avaliar os efeitos do gesso sobre a dinâmica de nutrientes e atributos químicos do perfil do solo de uma cultura de guaranazeiro em formação, foram utilizados quatro níveis de gesso: 1 (sem gesso); 2 (500 kg ha⁻¹); 3 (1.000 kg ha⁻¹); e, 4 (1.500 kg ha⁻¹). Foi aplicado calcário dolomítico em todas as parcelas, na superfície do solo e sem incorporação, para elevar a soma de bases para 50 %. O calcário foi misturado ao gesso antes da aplicação superficial. As adubações e os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com o Sistema de Produção adotado pela Embrapa. Empregaram-se os clones BRS Maués; BRS Manaus; CG 372; e, um material de sementes, em espaçamento 5,0 x 5,0 m (400 plantas ha⁻¹), delineamento blocos casualizados, quatro repetições, parcela subdividida. Foram avaliadas as camadas de 0 – 20; 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm de profundidade. Houve efeito significativo apenas para profundidade e as médias dos tratamentos foram comparadas entre as camadas por meio do Teste Scott-Knott.

Palavras-chave: *Paullinia cupana*, saturação de bases, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO - No estado do Amazonas o guaraná é cultivado principalmente em Latossolo Amarelo álico muito argiloso e, em Argissolos.

Segundo Moreira & Malavolta (2002), 82, 75, 88 e 74 % dos solos do Amazonas possuem teores baixos ou muito baixos de P, K, Ca e Mg, respectivamente. Afirmam que 93 % destes solos possuem saturação de bases inferior a 20 %, e 76

% possuem saturação por Al alta ou muito alta. Nessas condições a calagem é importante para diminuir a acidez e também para fornecer Ca e Mg às culturas, neutralizar Al, aumentar a disponibilidade de P, entre outros benefícios (Raij, 1991).

Por outro lado, a ação da calagem se dá em uma camada de poucos centímetros da superfície o que limitada sua efetividade. Como o gesso agrícola possui a propriedade de se deslocar ao longo do perfil do solo e de carrear as bases para a subsuperfície, este insumo possui grande potencial para elevar a profundidade efetiva do solo, promovendo um aumento da exploração deste pelo sistema radicular.

Para a primeira etapa, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do gesso agrícola sobre a distribuição e os teores de nutrientes das camadas do solo, bem como sobre os atributos químicos determinados nas análises de rotina.

MATERIAL E MÉTODOS – O trabalho foi conduzido na Agropecuária Jayoro, no Município de Presidente Figueiredo/AM, em Latossolo Amarelo Distrófico. A precipitação pluviométrica média anual é de 2.500 mm e a temperatura média anual é de 25° C. O clima é do tipo “Afi”, segundo Köppen (Boletim Agrometeorológico, 1998). Avaliaram-se as características químicas e os atributos iniciais do solo, por meio das análises de rotina especial (Malavolta et. al., 1997), em um solo com guaranazeiro em formação. Utilizaram-se quatro níveis de gesso: 1 (sem gesso); 2 (500 kg ha⁻¹); 3 (1.000 kg ha⁻¹); e, 4 (1.500 kg ha⁻¹) aplicados sem incorporação, misturados ao calcário que foi calculado para elevar a V = 50% Foram empregados os clones BRS Maués; BRS Manaus; CG 372 e um

XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
13 a 17 de setembro de 2010, Guarapari, ES.

material de sementes, espaçamento 5,0 m x 5,0 m (400 plantas ha⁻¹), blocos casualizados, quatro repetições, esquema de parcela subdividida.

O plantio, adubações e demais tratamentos culturais foram realizadas de acordo com Pereira (2005).

Os dados médios foram submetidos à análise de variância usando-se o software PROG GLM, e as médias foram comparadas entre as camadas por meio do Teste Scott-Knott (1974) e ainda, percentualmente, em relação ao solo original.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Para todas as características, houve efeito significativo para profundidade ($p < 0,05$). Não houve efeito significativo para gessagem e nem para a interação gessagem x profundidade ($p > 0,05$).

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os dados médios das características, coletadas na área original (2007), ao lado dos dados médios estimados dos tratamentos (2009) com as comparações das médias, pelo teste de Scott-Knott (1974).

pH: Considerando a média dos tratamentos, as camadas de 0 – 20 cm, 40 – 60 cm e, 60 – 80 cm apresentaram os maiores valores de pH (4,53; 4,57; e, 4,53, respectivamente), não tendo diferido significativamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Carbono (C): Para essa característica, todas as camadas diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). A camada de 0 – 20 cm apresentou o maior peso de C (23,72 g/kg) (Tabela 2).

Matéria Orgânica (M.O.): Todas as camadas diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). A camada de 0 – 20 cm apresentou o maior teor M.O. (40,80 g/kg) (Tabela 2).

Fósforo (P): Houve diferenças significativas entre as quatro camadas ($p < 0,05$). O maior teor foi constatado na camada de 0 – 20 cm (1,70 mg/dm³). (Tabela 1). As comparações com o solo original mostraram alterações importantes, com reduções de 43,33 % da camada de 0 – 20 cm e de 18,00 % na camada de 20 – 40 cm; seguida de elevação de 37,14 % na camada de 40 – 60 cm, e nova redução de 32,14 % na camada de 60 – 80.

Potássio (K): O maior teor (39,75 mg/dm³) (Tabela 1) foi constatado na camada de 0 – 20 cm. Na comparação com o solo original, houve elevação de 19,55 % na camada de 0 – 20 cm; redução de 33,65 % na camada de 20 – 40 cm, para novamente aumentar em 46,26 % na camada

de 40 – 60 % e em 16,45 % na camada de 60 – 80 cm, mostrando movimentação do K em profundidade.

Cálcio (Ca): O maior teor estimado (0,44 cmol_c/dm³) foi constatado na camada de 0 – 20 cm (Tabela 2). Na comparação das médias com o solo original, houve aumentos de 15,79 %; 43,75 %; 64,29 %; e de 69,23 %, respectivamente, para as camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e de 60 – 80 cm, mostrando grande movimentação do Ca em profundidade.

Magnésio (Mg): O maior teor (0,30 cmol_c/dm³) (Tabela 2) na camada de 0 – 20 cm. A comparação com o solo original revela aumentos de 172,73 %; 320,00 %; 100,00 %; e de 75,00 %, respectivamente, para as camadas de 0 – 20 ; 20 – 40; 40 – 60; e 60 – 80 cm, evidenciando que houve grande movimentação do Mg no perfil do solo.

Alumínio (Al): O maior teor foi estimado na camada de 20 – 40 cm (0,98 cmol_c/dm³) ao passo que a camada de 60 – 80 cm apresentou o teor mais baixo (0,64 cmol_c/dm³) (Tabela 2). A comparação com o solo original mostrou que o gesso reduziu em 26,55 % o Al na camada de 0 – 20 cm e o aumentou em 8,89 %; 23,81 %; e, 27,45 % nas camadas de 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e, 60 – 80 cm, respectivamente, evidenciando o deslocamento do Al em profundidade.

H + Al: Houve concentração maior na camada de 0 – 20 cm (5,72 cmol_c/dm³) (Tabela 2) Na comparação com o solo original, houve reduções de 14,37 %; 15,42 %; 8,71 %; e, 7,09 %, respectivamente, para as camadas de 0 – 20; 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm.

Soma de Bases Trocáveis (SB): Houve maior concentração (0,86 cmol_c/dm³) na camada de 0 – 20 cm (Tabela 3). A comparação com o solo original revelou grandes incrementos desta característica (48,28 %; 118,52 %; 169,57 %; e, 190,00 %), respectivamente, das camadas de 0-20; 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm, mostrando a movimentação das bases ao longo do perfil do solo.

CTC efetiva (t): As camadas de 0 – 20 cm (1,69 cmol_c/dm³) e de 20 – 40 cm (1,57 cmol_c/dm³) evidenciaram os maiores valores, não tendo diferido entre elas ($p < 0,05$) (Tabela 3). Na comparação com o solo original, observa-se que houve redução de 1,17 % na camada de 0 – 20 cm, seguida de incrementos de 34,19 %; 53,85 %; e, de 69,44 %, respectivamente, nas camadas de 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm.

CTC a pH 7,0 (T): O maior valor (6,59 cmol_c/dm³) foi na camada de 0 – 20 cm (Tabela 3) e as camadas

XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
13 a 17 de setembro de 2010, Guarapari, ES.

de 40 – 60 (3,45 cmol_e/dm³) e 60 – 80 cm (2,94 cmol_e/dm³) apresentaram os menores valores, não tendo diferido entre si ($p < 0,05$). Na comparação com o solo original, houve reduções de 9,35 % e de 7,24 %, respectivamente, das camadas de 0 – 20 cm e de 20 – 40 cm, seguidas de elevações de 3,29 % e de 7,30 % das camadas de 40 – 60 e 60 – 80 cm.

Saturação por Bases (V %): Os maiores teores foram constatados nas camadas de 40 -60 cm (18,05 %) e de 60 – 80 cm (19,91 %), não tendo elas diferido entre si ($p < 0,05$) (Tabela 3). Na comparação com o solo original, constataram-se grandes incrementos (72,65 %; 144,79 %; 161,97 %; e, 153,63 %), respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e, 60 – 80 cm, mostrando efeito do gesso em profundidade.

Porcentagem de Saturação por Alumínio (m %):

O maior teor foi constatado na camada de 20 – 40 cm (62,23 %). As camadas de 0 – 20 cm (49,68 %); 40 – 60 cm (56,19 %); e, 60 – 80 cm (52,64 %) apresentaram os menores valores, não tendo diferido entre si ($p < 0,05$). (Tabela 3). Na comparação com o solo original, constatou-se a efetividade do gesso em subsuperfície, evidenciada pelas reduções da “m” de 25,61 %; 19,42 %; 24,38 %; e de 25,64 %, respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e de 60 – 80 cm.

Ferro (Fe): O maior teor (330,56 mg/dm³) foi constatado na camada de 0 – 20 cm (Tabela 1). Na comparação com o solo original, constatou-se incremento de 50,25 % na camada de 0 – 20 cm, redução de 19,11 % na camada de 20 – 40 cm, para depois voltar a crescer em 6,94 % na camada de 40 – 60 e em 18,20 % na camada de 60 – 80 cm.

Zinco (Zn): Houve maior teor na camada de 0 – 20 cm (0,64 mg/dm³). (Tabela 1). Na comparação com o solo original, constataram-se elevações de 13,51 %; 33,33 %; 31,58 %; e, 35,00 %, respectivamente, nas camadas de 0 – 20; 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm.

Manganês (Mn): O maior teor foi constatado na camada de 0 – 20 cm (1,96 mg/dm³) (Tabela 1), com as outras camadas não diferindo entre si ($p < 0,05$). Na comparação com o solo original, houve reduções de 36,57 %; 41,58 %; 38,71 %; e, 35,63

%, respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e, 60 – 80 cm.

Cobre (Cu): O maior teor foi constatado na camada de 0 – 20 cm (0,20 mg/dm³). (Tabela 1). Na comparação com o solo original, constataram-se reduções de 4,76 %; 80,00 %; 50,00 %; e, 50,00 %, respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e, 60 – 80 cm.

CONCLUSÕES – Não houve efeito significativo de “gesso” e nem da interação “gesso x profundidade”.

Considerando a média geral dos tratamentos, houve efeito significativo para camadas de solo.

O preparo mecanizado do solo, aliado às fortes e freqüentes chuvas características da região, parecem ter influenciado os resultados.

As comparações das médias estimadas com as médias observadas no solo original mostraram que o gesso agrícola agiu em profundidade, modificando características das camadas da subsuperfície, como a elevação da saturação por bases, redução da saturação por alumínio, entre outros benefícios que poderão favorecer o crescimento do sistema radicular.

REFERÊNCIAS

- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 23 p.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MOREIRA, A. & MALAVOLTA, E. **Variação das propriedades químicas e físicas do solo e na matéria orgânica em agroecossistemas da Amazônia Ocidental (Amazonas)**. Relatório de Pesquisa. Piracicaba: CENA/USP. 2002. 79p.
- PEREIRA, J. C. R. (Editor). **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**. (4. Ed.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Sistemas de produção; 2).
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991.343p.
- SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-12, 1974.

Tabela 1. Dados médios observados (4 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2007) e dados médios estimados (16 observações/característica/profundidade) dos nutrientes, de solo coletado um ano após a aplicação dos tratamentos (2009), com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974), para a fonte de variação profundidade (Prof./cm)

Nutrientes	P ^{3/}		K ^{3/}		Fe ^{3/}		Zn ^{3/}		Mn ^{3/}		Cu ^{3/}	
	mg/dm ³											
Ano	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*
Profcm												
0-20	3,00	1,70 a	33,25	39,75 a	220,00	330,56 a	0,74	0,64 a	3,09	1,96 a	0,21	0,20 a
20-40	1,00	0,82 b	18,75	12,44 c	207,00	167,44 b	0,27	0,18 b	2,02	1,18 b	0,15	0,03 c
40-60	0,35	0,48 c	13,25	19,38 b	100,00	106,94 c	0,19	0,13 b	1,55	0,95 b	0,14	0,07 b
60-80	0,28	0,19 d	11,00	12,81 c	47,75	56,44 d	0,20	0,13 b	0,87	0,56 b	0,14	0,07 b

^{3/} Extrator Mehlich 1.

*: NMS: 0.05. Média harmônica do número de repetições (r): 16

Tabela 2. Dados médios observados (4 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2007) e dados médios estimados (16 observações/característica/profundidade) dos nutrientes, de solo coletado um ano após a aplicação dos tratamentos (2009), com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974), para a fonte de variação profundidade

Nutrientes	Ca ²⁺ ^{4/}		Mg ²⁺ ^{4/}		Al ³⁺		H+Al ^{5/}		C		MO ^{1/2}	
	cmol _c /dm								g/kg			
Ano	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*
Profcm												
0-20	0,38	0,44 a	0,11	0,30 a	1,13	0,83 b	6,68	5,72 a	25,69	23,72 a	44,18	40,80 a
20-40	0,16	0,23 b	0,05	0,21 b	0,90	0,98 a	4,15	3,51 b	12,52	12,00 b	21,53	20,63 b
40-60	0,14	0,23 b	0,05	0,10 c	0,63	0,78 b	3,10	2,83 c	8,42	8,84 c	14,48	15,21 c
60-80	0,13	0,22 b	0,04	0,07 c	0,51	0,65 c	2,54	2,36 c	6,36	6,04 d	10,93	10,39 d

^{2/} Matéria orgânica = C (carbono orgânico) x 1,724 - Walkley-Black; ^{4/} Extrator KCl 1 mol L⁻¹;

^{5/} Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.

*: NMS: 0.05. Média harmônica do número de repetições (r): 16

Tabela 3. Dados médios observados (4 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2007) e dados médios estimados (16 observações/característica/profundidade) das características potencial hidrogeniônico (pH), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), saturação por bases (V%), e, saturação por alumínio (m%), do solo coletado um ano após a aplicação dos tratamentos (2009), com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974), para a fonte de variação profundidade

Atributos	pH ^{1/}		SB ^{6/}		t ^{7/}		T ^{8/}		V ^{9/}		m ^{10/}	
	H ₂ O		cmol _c /dm ³								%	
Ano	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*	2007	2009*
Profcm												
0-20	4,21	4,53 a	0,58	0,86 a	1,71	1,69 a	7,27	6,59 a	7,86	13,57 b	66,78	49,68 b
20-40	4,29	4,41 b	0,27	0,59 b	1,17	1,57 a	4,42	4,10 b	6,05	14,81 b	77,23	62,23 a
40-60	4,35	4,57 a	0,23	0,62 b	0,91	1,40 b	3,34	3,45 c	6,89	18,05 a	74,31	56,19 b
60-80	4,36	4,53 a	0,20	0,58 b	0,72	1,22 c	2,74	2,94 c	7,85	19,91 a	70,79	52,64 b

^{1/} H₂O 1:2,5; ^{6/} Soma de bases trocáveis; ^{7/} Capacidade de troca catiônica efetiva; ^{8/} Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; ^{9/} Índice de saturação por bases; ^{10/} Índice de saturação por alumínio.

*: NMS: 0.05. Média harmônica do número de repetições (r): 16.