

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 Resposta à
 Aplicação de Calcário na Cultura de Guaranazeiro em Formação no Município
 de Maués, Estado do Amazonas**

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

(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: bsilva@ufvjm.edu.br

RESUMO – Com os objetivos de avaliar os efeitos do calcário sobre a dinâmica de nutrientes e atributos químicos do perfil do solo de uma cultura de guaranazeiro em formação, foram utilizados quatro níveis de calcário: 1 (sem calcário); 2 (V% = 50); 3 (V% = 60); e, 4 (V% = 70). As adubações e os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com o sistema de produção recomendado pela Embrapa. Foram empregados os clones BRS 871; BRS 861; BRS 388; e, BRS 347. O espaçamento adotado foi de 5,0 x 5,0 m (400 plantas ha⁻¹). O delineamento em blocos casualizados teve os tratamentos distribuídos em quatro blocos arranjados em um esquema de parcela subdividida. O calcário dolomítico foi aplicado em área total, na superfície do solo e sem incorporação. 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*, calagem, 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).

O sistema de produção de guaraná atualmente adotado no Amazonas não recomenda a calagem da cultura por motivo da inexistência de resultados de pesquisa que comprovem sua eficácia.

Para essa primeira etapa da pesquisa, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do calcário 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 Fazenda Santa Helena, situada no Município de Maués/AM, sobre Latossolo Amarelo Distrófico. A altitude da área experimental é 18 m; latitude 3° 32' S, longitude 57° 41' W; precipitação pluviométrica média anual 2.500 mm e temperatura média anual de 25° C. O clima, segundo a classificação Köppen, é do tipo “Afi” (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), das camadas de 0 – 20; 20 – 40; 40 – 60; e, 60 – 80 cm de profundidade, em um solo com guaranazeiro em fase de estabelecimento. Utilizaram-se quatro níveis de calcário: 1 (sem calcário); 2 (V% = 50); 3 (V% = 60); e, 4 (V% = 70), aplicados sem incorporação. As adubações e demais tratamentos culturais foram realizadas de acordo com Pereira (2005). Foram empregados os clones BRS 871; BRS 861; BRS 388; e, BRS 347, espaçamento 5,0 m x 5,0 m (400 plantas ha⁻¹), delineamento blocos casualizados, tratamentos em quatro blocos em esquema de parcela subdividida.

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.

Foram aplicados nas covas 30 g cova⁻¹ de P₂O₅ e 4 litros de esterco-de-aves. O plantio foi realizado em fevereiro de 2009.

Os dados médios das características, aferidos mediante coletas e análises de amostras de solo um ano após a aplicação dos tratamentos, foram submetidos à análise de variância usando-se o software PROG GLM, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre as camadas por meio do Teste Scott-Knott (1974), e em porcentagem, em relação aos dados do solo original.

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

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os dados médios das características, coletadas na área original (2008), ao lado dos dados médios estimados dos tratamentos (2010) com as comparações das médias, pelo teste de Scott-Knott (1974).

pH: Considerando a média dos tratamentos, a camada de 0 – 20 cm apresentou o maior valor (5,02). As camadas de 20 – 40 cm (4,72), de 40 – 60 cm (4,66) e de 60 – 80 cm (4,67) não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Carbono (C): Todas as camadas diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). A camada de 0 – 20 cm apresentou o maior peso de C (12,60 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 (21,67 g/kg), seguida da camada de 20 – 40 cm (14,56 g/kg), da camada de 40 – 60 cm (11,47 g/kg), e da camada de 60 – 80 cm (9,06 g/kg) (Tabela 2).

Fósforo (P): O P evidenciou o maior teor na camada de 0 – 20 cm (4,00 mg/dm³). As camadas de 20 – 40 cm (0,86 mg/dm³), de 40 – 60 cm (0,78 mg/dm³) e de 60 – 80 cm (0,54 mg/dm³) não diferiram entre si ($p < 0,05$) (Tabela 1). Contudo, os dados médios estimados, comparados com os dados do solo original, mostraram elevação de 14,29 % do teor de P na camada de 0 – 20 cm.

Potássio (K): O maior valor estimado (30,19 mg/dm³) (Tabela 1) foi na camada de 0 – 20 cm. As camadas de 20 – 40 cm (11,00 mg/dm³), de 40 – 60 cm (8,94 mg/dm³) e de 60 – 80 cm (8,25

mg/dm³) não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). A média dos tratamentos, quando comparada com o solo original, mostrou elevação do teor de K de 11,81 % na camada de 0 – 20 cm.

Cálcio (Ca): Para o Ca, o maior teor estimado (1,86 cmol_c/dm³) foi constatado na camada de 0 – 20 cm, sendo que as outras três camadas (20 – 40 cm = 0,41 cmol_c/dm³; 40 – 60 cm = 0,30 cmol_c/dm³; e, 60 – 80 cm = 0,29 cmol_c/dm³) não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 2). Na comparação das médias dos tratamentos com o solo original, houve aumento de 78,85 % para a camada de 0 – 20 cm.

Magnésio (Mg): O maior teor estimado de Mg (0,84 cmol_c/dm³) (Tabela 2) foi na camada de 0 – 20 cm. Os teores das camadas de 20 – 40 cm (0,29 cmol_c/dm³), 40 – 60 cm (0,22 cmol_c/dm³) e de 60 – 80 cm (0,21 cmol_c/dm³), não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). Na comparação das médias dos tratamentos com o solo original, o Mg mostrou aumento de 50,00 % para a camada de 0 – 20 cm

Alumínio (Al): Os maiores teores de Al foram estimados nas camadas de 20 – 40 cm (0,80 cmol_c/dm³), 40 – 60 cm (0,93 cmol_c/dm³) e de 60 – 80 cm (0,91 cmol_c/dm³), não tendo estas diferido entre si ($p < 0,05$). A camada de 0 – 20 cm (0,38 cmol_c/dm³) apresentou o menor teor (Tabela 2). A comparação com os dados do solo original mostrou que o cálcio reduziu em 20,83 % o Al na camada de 0 – 20 cm.

H + Al: Houve maior concentração na camada de 0 – 20 cm (4,47 cmol_c/dm³) (Tabela 2). A camada de 20 – 40 cm revelou um valor intermediário (3,01 cmol_c/dm³) e as camadas 40 – 60 cm (2,60 cmol_c/dm³) e 60 – 80 cm (2,21 cmol_c/dm³), mostraram os menores valores, não tendo estas duas últimas diferido significativamente entre si ($p < 0,05$).

Soma de Bases Trocáveis (SB): Houve maior concentração desta característica (2,80 cmol_c/dm³) na camada de 0 – 20 cm (Tabela 3). Os teores estimados nas demais camadas foram inferiores, não tendo diferido significativamente entre si ($p < 0,05$).

CTC efetiva (t): A camada de 0 – 20 cm (3,18 cmol_c/dm³) evidenciou o maior valor. As demais camadas mostraram os menores valores, não tendo diferido entre si ($p < 0,05$) (Tabela 3). Comparando a t média dos tratamentos com os dados do solo original observa-se que houve aumento de 47,22 % da camada de 0 – 20 cm.

CTC a pH 7,0 (T): A média estimada desta característica na camada de 0 – 20 cm foi de 3,18

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.

cmol_c/dm³ (Tabela 3). As camadas de 20 – 40 cm (1,54 cmol_c/dm³), 40 – 60 cm (1,49 cmol_c/dm³) e de 60 – 80 cm (1,44 cmol_c/dm³), apresentaram os menores valores, não tendo diferido entre si ($p < 0,05$). Na comparação com o solo original, houve redução de 49,20 % para a camada de 0 – 20 cm.

Saturação por Bases (V %): O maior teor médio estimado de V%, (Tabela 3), foi constatado na camada de 0 -20 cm (38,15 %). Os teores das camadas de 20 – 40 cm (21,51 %), 40 – 60 cm (18,14 %) e de 60 – 80 cm (19,28 %) apresentaram os menores percentuais, não tendo diferido entre si ($p < 0,05$). Na comparação com o solo original, constatou-se incremento desta característica de 44,02 % na camada de 0 – 20 cm.

Porcentagem de Saturação por Alumínio (m %):

Os maiores teores médios estimados de m % foram constatados nas camadas de 40 – 60 cm (62,39 %) e de 60 – 80 cm (63,18 %), não tendo eles diferido entre si ($p < 0,05$) (Tabela 3). A camada de 20 – 40 cm (51,72 %) mostrou valor intermediário e a camada de 0 – 20 cm (14,79 %) evidenciou o menor percentual. Na comparação com os dados do solo original, constatou-se redução de 36,98 % na camada de 0 – 20 cm.

Ferro (Fe): Em média a camada de 0 – 20 cm revelou maior teor de Fe (144,19 mg/dm³), seguida da camada de 20 – 40 cm (91,56 mg/dm³), da camada de 40 – 60 cm (45,06 mg/dm³) e, por último, da camada de 60 – 80 cm (23,88 mg/dm³). (Tabela 1). Comparando a média geral dos tratamentos com os dados do solo original, constatou-se redução de 6,07 % desta característica na camada de 0 – 20 cm.

Zinco (Zn): O maior teor de Zn foi constatado na camada de 0 – 20 cm (0,76 mg/dm³). Os menores teores foram nas camadas de 20 – 40 cm (0,26 mg/dm³); 40 – 60 cm (0,23 mg/dm³); e, 60 – 80 cm (0,32 mg/dm³), não tendo eles diferido entre si ($p < 0,05$). (Tabela 1). Comparando a média geral dos tratamentos com os dados do solo original, constatou-se elevação de 55,10 % na camada de 0 – 20 cm, o que pode ser resultante da adubação realizada com esse nutriente.

Manganês (Mn): A exemplo do Zn, o Mn também mostrou maior teor na camada de 0 – 20 cm (3,08 mg/dm³) (Tabela 1), com as outras três camadas não diferindo significativamente entre si (20 - 40 cm = 1,40 mg/dm³; 40 – 60 cm = 1,37

mg/dm³; e, 60 – 80 cm = 0,85 mg/dm³) ($p < 0,05$). Na comparação com o solo original, houve elevação de 12,41 % na camada de 0 – 20 cm, que também poderá ser devido à adubação realizada com Mn.

Cobre (Cu): As quatro camadas não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). Os teores médios estimados de Cu foram: 0 – 20 cm (0,21 mg/dm³), 20 – 40 cm (0,20 mg/dm³), 40 – 60 cm (0,19 mg/dm³) e 60 – 80 cm (0,21 mg/dm³) (Tabela 1). Na comparação com o solo original, constatou-se redução de 4,54 % na camada de 0 – 20 cm.

CONCLUSÕES – O calcário não afetou significativamente as características estudadas no primeiro ano e não houve efeito significativo da interação calcário 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 os benefícios do calcário aportados ao solo, em termos da elevação de sua saturação por bases e da redução da saturação por alumínio, entre outros benefícios.

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 (2 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2008) e dados médios estimados (16 observações/característica/profundidade) dos nutrientes, de solo coletado um ano após a aplicação dos tratamentos (2010), 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	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*
Profcm												
0-20	3,50	4,00 a	27,00	30,19 a	153,50	144,19 a	0,49	0,76 a	2,74	3,08 a	0,22	0,21 a
20-40	1,50	0,86 b	11,50	11,00 b	123,50	91,56 b	0,17	0,26 b	1,28	1,40 b	2,16	0,20 a
40-60	2,00	0,78 b	11,50	8,94 b	78,00	45,06 c	0,16	0,23 b	1,87	1,37 b	0,15	0,19 a
60-80	1,50	0,54 b	7,50	8,25 b	42,50	23,88 d	0,15	0,32 b	1,44	0,85 b	0,17	0,21 a

^{3/} Extrator Mehlich 1.

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

Tabela 2. Dados médios observados (2 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2008) e dados médios estimados (16 observações/característica/profundidade) dos nutrientes, de solo coletado um ano após a aplicação dos tratamentos (2010), com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974), para a fonte de variação profundidade (Prof/cm)

Nutrientes	Ca ²⁺ ^{4/}		Mg ²⁺ ^{4/}		Al ³⁺		H+Al ^{5/}		C		MO ^{2/}	
	cmol _c /dm								g/kg			
Ano	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*
Profcm												
0-20	1,04	1,86 a	0,56	0,84 a	0,48	0,38 b	4,58	4,47 a	12,74	12,60 a	21,93	21,67 a
20-40	0,62	0,41 b	0,40	0,29 b	0,41	0,80 a	3,48	3,01 b	6,68	8,46 b	11,48	14,56 b
40-60	2,60	0,30 b	0,39	0,22 b	0,52	0,93 a	3,10	2,60 c	6,91	6,67 c	11,87	11,47 c
60-80	0,39	0,29 b	0,29	0,21 b	0,70	0,91 a	3,22	2,21 c	4,20	5,27 d	7,22	9,06 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 (2 amostras compostas/camada, cada amostra originada de 5 subamostras/pontos amostrados) das características químicas do solo coletado antes da instalação do experimento (2008) 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 (2010), com as comparações das médias por meio do Teste Scott-Knott (1974), para a fonte de variação profundidade (Prof/cm)

Atributos	pH ^{1/}		SB ^{6/}		t ^{7/}		T ^{8/}		V ^{9/}		m ^{10/}	
	H ₂ O		cmol _c /dm ³								%	
Ano	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*	2008	2010*
Profcm												
0-20	4,74	5,02 a	1,68	2,80 a	2,16	3,18 a	6,26	3,18 a	26,49	38,15 a	23,47	14,79 c
20-40	4,75	4,72 b	1,06	0,74 b	1,59	1,54 b	4,53	1,54 b	22,76	21,51 b	34,73	51,72 b
40-60	4,68	4,66 b	1,00	0,56 b	1,52	1,49 b	4,09	1,49 b	24,45	18,14 b	33,99	62,39 a
60-80	4,79	4,67 b	0,70	0,53 b	1,40	1,44 b	3,92	1,44 b	17,77	19,28 b	59,28	63,18 a

^{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.