

EFEITO DA CALAGEM NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SOB CAFEIEIRO¹

EFFECT OF LIMING ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF AN OXISOIL UNDER COFFEE-TREE CROP

Herminia Emilia Prieto MARTINEZ²; Sebastião Marcos de MENDONÇA³; Paulo Tácito Gontijo GUIMARÃES⁴; Júlio César Lima NEVES⁵; Adriene Woods PEDROSA⁶

RESUMO: A calagem é uma forma prática e econômica de corrigir a acidez e aumentar a eficiência da adubação química e fornecer cálcio e magnésio às plantas cultivadas em solos tropicais. Para cafeeiros há relatos sobre a relação entre disponibilidade de Ca e produtividade. Para avaliar o efeito da calagem sobre as características químicas e físico-químicas de um LVAd sob a cultura do café realizou-se um experimento em blocos casualizados e com quatro repetições. Utilizaram-se quatro variedades de cafeeiros e quatro níveis de calagem: 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a necessidade de calagem (NC). No início do experimento, o solo foi preparado de forma convencional, sendo o calcário incorporado por gradagem. Vinte e um meses após implantação do experimento foi realizada uma recalagem superficial. Adubaram-se as plantas com superfosfatos simples e cloreto de potássio, misturados ao solo da cova no plantio; sulfato de amônio, em cobertura, no plantio e 30 e 60 dias após. A adubação de manutenção anual foi feita com o adubo 20-05-20. Determinaram-se os valores de pH, teores de Ca e Mg, Al⁺³ trocável, saturação por Al (m%) e saturação por bases (V%) nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm, ao início do experimento, dois, 17 e 29 meses após sua implantação. Verificou-se que houve efeito da calagem na movimentação dos íons Ca⁺² e Mg⁺² no perfil do solo e nas concentrações dos nutrientes, proporcional à dose de corretivo aplicada.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*. Cálcio. Magnésio. Saturação por bases. Saturação por alumínio.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos solos cultivados no Brasil caracteriza-se pela baixa fertilidade natural, baixa saturação por bases, altos teores de alumínio trocável e elevada acidez. Uma das principais atividades agrícolas do país é a cafeicultura, que sofreu um aumento considerável na área plantada nos últimos anos, principalmente em regiões antes pouco exploradas, como os cerrados, que apresentam normalmente solos com elevada acidez, baixa disponibilidade de macro e de alguns micronutrientes, sendo necessário um conhecimento detalhado de suas características físicas, químicas, propriedades e manejo, para uma condução

racional da lavoura, de forma a proporcionar produções elevadas, econômicas e de alta qualidade (GUIMARÃES; LOPES, 1986).

São efeitos benéficos da calagem: elevação do pH; diminuição da toxidez de Al⁺³, Fe e Mn; fornecimento de Ca e Mg ao solo; aumento da CTC, reduzindo a lixiviação do K aplicado; diminuição da adsorção ou fixação de P; aumento da disponibilidade de Mo; aumento da atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como o N, P, S e B, pela decomposição da matéria orgânica; melhoria do meio ambiente do solo para bactérias associadas à fixação do N e aumento da produção (MUNSON, 1982). Ocorre ainda aumento das cargas dependentes de pH e, conseqüentemente, da

¹ Parte da dissertação apresentada pelo segundo autor à Universidade Federal de Viçosa. Financiado pela FAPEMIG e pelo CBP&D – Café.

² Engenheira Agrônoma, Doutora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, E-mail: herminia@ufv.br

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre, Fertilizantes Heringer, E-mail: sebastiaocondonca@heringer.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, E-mail: paulotgg@ufla.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, E-mail: Julio@solos.ufv.br

⁶ Engenheira Agrônoma, Bolsita PNP&D/Café, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, E-mail: awoodsp@pop.com.br

Received: 23/03/06 Accept: 19/09/06

capacidade de troca de cátions; indução, dependendo da dose de calcário aplicada, a considerável lixiviação de Ca e Mg, diminuindo a toxidez de Al^{+3} , Fe e Mn abaixo da camada de incorporação (LOPES, 1984). Além disso, a calagem aumenta a eficiência da adubação mineral, além de ser uma forma prática e econômica de corrigir a acidez dos solos (PAVAN; BINGHAM, 1982).

A alta disponibilidade de íons alumínio (Al^{+3}), nos solos ácidos, prejudica o desenvolvimento do sistema radicular, proporcionando a exploração de menor volume de solo, influenciando diretamente na absorção de água e nutrientes pela planta (BRACCINI *et al.*, 1998), e interferindo na absorção e movimentação de P, Ca e Mg na planta, contribuindo, também para a adsorção de P no solo (CALBO; CAMBRAIA, 1980; BENNET *et al.*, 1986; BALIGAR *et al.*, 1993).

Nas regiões tropicais, a calagem é uma prática comum e rotineira usada para precipitar o Al^{+3} trocável e fornecer Ca para as culturas, solucionando os problemas de acidez do solo relacionados com o Al^{+3} trocável. O Al^{+3} sofre hidrólise deixando vagos os sítios de troca de cátions, conforme se aumenta o pH do solo, enquanto que a CTC a pH 7,0 parece não sofrer alteração com a calagem (MORELLI *et al.*, 1971 citado por CAMARGO *et al.*, 1997), porém, para espécies perenes como o cafeeiro, a efetividade da aplicação superficial do calcário em lavouras já formadas necessita ser avaliada, particularmente em relação à acidez do sub-solo, uma vez que sua incorporação a maiores profundidades pode causar danos mecânicos ao sistema radicular.

De acordo com Chaves *et al.* (1984), foram observados aumentos nos teores de Ca trocável, abaixo da camada de 30 cm de profundidade, em duas lavouras de café implantadas sobre solos LRd e LEd que receberam doses crescentes de calcário. Segundo os autores, o ânion carregador teria sido suprido pelos fertilizantes e as doses de calcário dolomítico causaram efeito nas propriedades químicas do solo e na produção do cafeeiro, proporcionando também um aumento do pH, da capacidade de troca de cátions (CTC) e dos teores Mg trocáveis, além da diminuição dos teores de Al^{+3} e K trocáveis. As melhores produções foram obtidas com a menor dose de calcário ($2,5 t ha^{-1}$), sendo que as maiores doses ocasionaram uma diminuição sistemática na produção do cafeeiro. Trabalhando com soja e trigo, Martins (1991) observou movimentação de Ca no perfil do solo, atribuindo-a ao ânion HCO_3^- , em virtude dos altos valores de pH alcançados, quando aplicou a dose de $6 t ha^{-1}$ de calcário.

Por outro lado, em trabalho de Dal Bo (1985), não foi observada a movimentação do Ca com a aplicação

apenas de calcário em colunas de solo num LEa em condições de casa-de-vegetação, quando se empregaram diferentes doses de $CaCO_3$, $CaSO_4$ e $CaCl_2$, seguidos de um período de lixiviação, enquanto o Mg movimentou-se no perfil, atribuindo-se isto à maior solubilidade do sulfato de magnésio em relação ao sulfato de cálcio. Maior movimentação do Mg que do Ca foi observada também por Bolivar (1993), quando aumentou as doses de calcário na superfície de um cafezal implantado em LAd da Zona da Mata, em Minas Gerais. O aumento foi linear na concentração de Mg trocável em profundidade, proveniente apenas da calagem com calcário dolomítico, sendo o sulfato e os outros ânions dos fertilizantes os íons negativamente carregados acompanhantes do sistema.

Do ponto de vista da nutrição das plantas, o calcário dolomítico é considerado imprescindível na formação de cafezais, e sua aplicação proporciona vigor vegetativo e elevada produtividade (PEREIRA *et al.*, 1981). Altas concentrações de alumínio trocável e/ou baixa saturação por bases em solos ácidos, por sua vez, podem reduzir a produção de café (PAVAN; BINGHAM, 1982). Diversos autores observaram que em solos com alta acidez, onde não se fez a calagem, os teores de P, K e Ca nos tecidos diminuíram, devido ao baixo valor de pH e a indisponibilização desses íons, enquanto que a concentração de Mn aumentou o que poderia estar relacionado à maior disponibilidade desse elemento em solos ácidos (SIQUEIRA; PAVAN, 1997). Em contraste, para cafeeiros jovens plantados em colunas de solo de $11,5 dm^3$ de volume BRACCINI (2000) observou que a calagem uniforme com dose correspondente a $6 t ha^{-1}$ de calcário dolomítico prejudicou o crescimento das plantas por restringir sua absorção de Cu e Zn, enquanto que o uso de doses variando entre $2,4$ e $12 t ha^{-1}$ de corretivo nos 12 cm superficiais da coluna, mantendo-se a sub-superfície com saturações por Al^{+3} variando entre 50 e 63% não afetou o crescimento da parte aérea das plantas.

Com base nessas considerações, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses de calcário, aplicadas na implantação e, 17 meses mais tarde, nas propriedades físico químicas de um LVd sob cultura de café.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes das variedades de café UFV 3880 (232T15-PN, Catimor), UFV 2147 (IACH 2077-2-5-99, Catuaí Vermelho), UFV 2237 (IAC 2077-2-5-15, Catuaí Vermelho) e IC 4045 (IAC 4045, Icatu Vermelho) foram

aconditionadas em papel germiteste e mantidas em germinador a 26°C por 35 dias. Em seguida, foram transferidas para saquinhos de polietileno, encanteiradas em viveiro com sombrite 50%, sendo, posteriormente, aclimatadas antes de serem levadas ao campo.

As mudas foram cultivadas por 34 meses, na área da Agropecuária Cocais Ltda em Dores do Indaiá, MG, Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd), sendo o solo analisado nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm

Pof. (cm)	pH (H ₂ O)	P ¹ mg dm ⁻³	K ¹	Al ²	Ca ²	Mg ²	(H+Al ⁺³) ³ cmol _c dm ⁻³	S	CTC ⁴		V ⁵ -----(%)-----	m ⁶
									Efet.	Total		
0-20	4,8	2,3	56	2,9	0,8	0,4	6,6	1,37	4,27	7,97	7,2	67,9
20-40	4,8	0,9	32	2,7	0,4	0,2	6,3	0,65	3,35	6,95	9,4	80,5

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1; ⁽²⁾ Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ⁽³⁾ Extrator Ca(CH₃COO)₂ 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0.

⁽⁴⁾ Capacidade de Troca Catiônica; ⁽⁵⁾ Saturação por bases; ⁽⁶⁾ Saturação por Al⁺³.

O delineamento empregado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, quatro variedades e quatro níveis de calcário, correspondentes a 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 vezes a necessidade de calagem (NC), calculada pelo método de saturação por bases, considerando-se 70% como referência, utilizando-se as doses de 0,0; 2,1; 4,2 e 6,3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com as seguintes características PN=119%, e RE=100%, CaO=47,9% e MgO=13,4%. Aos 21 meses após o plantio, realizou-se a recalagem superficial com base em análise do solo, com o mesmo calcário da calagem inicial e as doses calculadas da mesma forma que na calagem inicial considerando-se 5 cm de profundidade efetiva. As plantas foram irrigadas por aspersão, até os 17 meses após instalação do experimento, quando, então, as irrigações foram suspensas para melhor caracterizar o comportamento das plantas em resposta às doses de calcário.

O espaçamento foi de 2,5 x 1,0 m, com parcela constituída de 12 plantas, sendo as duas centrais úteis. A adubação de plantio constou de 300g de superfosfatos simples e 30 g de cloreto de potássio, misturados ao solo da cova, e 30 g de sulfato de amônio aplicado em cobertura, no plantio, 30 e 60 dias mais tarde. As adubações de manutenção anuais foram realizadas parcelando-se em três vezes 400 g/planta da fórmula N-P-K 20-05-20 durante o período de outubro a março. Durante estes meses, também foram realizadas duas pulverizações foliares com sulfato de zinco a 0,3% e ácido bórico a 0,5% como fonte de micronutrientes.

Dois meses após a instalação do experimento,

foram retiradas amostras de solo nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm, a fim de avaliar a eficácia da calagem na correção da acidez. As amostras de solo foram retiradas dos dois lados de cada planta útil e a 90 cm do tronco, determinando-se o pH e os teores de Al⁺³, Ca, Mg trocáveis (cmol_c dm⁻³), e os de P e K (mg dm⁻³), e calculando-se a saturação por Al (m%) e a acidez potencial (H+Al⁺³). Tais características foram reavaliadas aos 17 e 29 meses após o plantio, sendo a última avaliação realizada oito meses após a recalagem.

Na extração de Ca, Mg e acidez trocável (Al⁺³) utilizou-se o KCl 1 mol L⁻¹. As leituras de Ca e Mg foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica e as de Al⁺³ determinadas por titulometria (DEFELIPO; RIBEIRO, 1997). Para extração do P, o extrator usado foi o Melich 1 e a determinação feita pelo método colorimétrico (DEFELIPO; RIBEIRO, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão. Os dados obtidos aos dois e 17 meses, após a implantação do experimento, foram analisados como um fatorial 4x4x2, em parcelas subdivididas no tempo, e os obtidos aos 29 meses como um fatorial 4x4 em blocos ao acaso. Os modelos lineares, quadráticos e cúbicos foram ajustados, testando-se os coeficientes das equações de regressão ajustadas com base no quadrado médio do resíduo da análise de variância, até o nível de 10% de significância, pelo teste F. A escolha do modelo foi feita com base no coeficiente de determinação (R²), quando dois ou mais modelos foram significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para variedade nem para a interação variedade x época. Contudo, houve

efeito de doses de calcário na movimentação dos íons no perfil do solo e nas concentrações dos nutrientes das duas profundidades avaliadas, aos dois e 17 meses após a calagem (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas de um Latossolo Vermelho amarelo distrófico aos dois meses (E1) e aos 17 meses (E2) após a calagem.

Épocas	Características químicas						
	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Ca+Mg	Al ³⁺	V ⁽¹⁾	m ⁽²⁾
		-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----	
Camada 0-20 cm							
E1 ⁽³⁾	5,18 b	2,57 a	0,97 a	3,54 a	0,60 b	45,59 a	17,90 b
E2 ⁽⁴⁾	5,34 a	2,09 b	0,75 b	2,84 b	0,77 a	34,76 b	22,58 a
CV (%)	3,98	23,57	17,85	21,08	29,62	22,96	29,80
Camada 20-40 cm							
E1	4,88 a	0,74 a	0,31 a	1,05 a	1,50 b	16,29 a	56,30 b
E2	4,87 a	0,65 b	0,25 b	0,91 b	1,65 a	14,65 b	60,59 a
CV (%)	3,13	26,63	26,71	26,03	13,84	27,69	13,86

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey. ⁽¹⁾ Saturação por bases; ⁽²⁾ Saturação por Al³⁺. ⁽³⁾ Amostragem aos 2 meses após a calagem; ⁽⁴⁾ Amostragem aos 17 meses após a calagem.

Na camada de 00-20 cm, aos 17 meses após a calagem, o valor de pH foi superior ao observado dois meses após a calagem, enquanto que na camada de 20-40 cm não foi observada diferença (Tabela 2). Este fato está relacionado à maior reação do calcário com o solo com o passar do tempo e com a aplicação do calcário na superfície do solo. Na camada superficial, o pH aumentou linearmente com as doses de calcário aplicadas nas duas épocas amostradas, enquanto que na camada de 20-40 cm, o comportamento foi quadrático aos dois meses, com o ponto de máximo na dose de 1,38 NC, e linear aos 17 meses após a aplicação do calcário (Figuras 1a e b). Na avaliação realizada aos 29 meses após a implantação do experimento (oito meses após a segunda aplicação de calcário), os valores de pH aumentaram linearmente com a aplicação de calcário nas duas profundidades avaliadas, com aumentos respectivos de 22,2 % e 12,7% na dose 1,5 NC (Figura 2a). Aumentos no pH do solo com a calagem são bem conhecidos e as menores magnitudes de aumento na camada subsuperficial se devem à menor alocação de cátions nessa profundidade (MORAES, 1988).

Os teores de Ca e Mg e de Ca+Mg, aos dois meses após a calagem, foram superiores às concentrações observadas aos 17 meses, em ambas as profundidades (Tabela 2). Aos dois meses após a calagem, as concentrações desses cátions, na camada superficial do solo, apresentaram comportamentos quadráticos com a elevação dos níveis de calagem, sendo as maiores concentrações obtidas na dose máxima de calcário aplicada (1,5 NC), enquanto que a máxima concentração de Mg foi observada na dose estimada de 1,31 NC. Já aos 17 meses após a calagem, na mesma camada, as concentrações de Ca, Mg e de Ca+Mg tiveram aumentos lineares com a aplicação de calcário (Figuras 1c a 1h). Essa menor magnitude de aumento na concentração desses elementos, aos 17 meses após a aplicação do calcário, principalmente, na camada superficial do solo, pode ser creditada à absorção dos elementos pelas plantas no período compreendido entre dois e 17 meses e aos processos de acidificação decorrentes da fertilização com adubos nitrogenados.

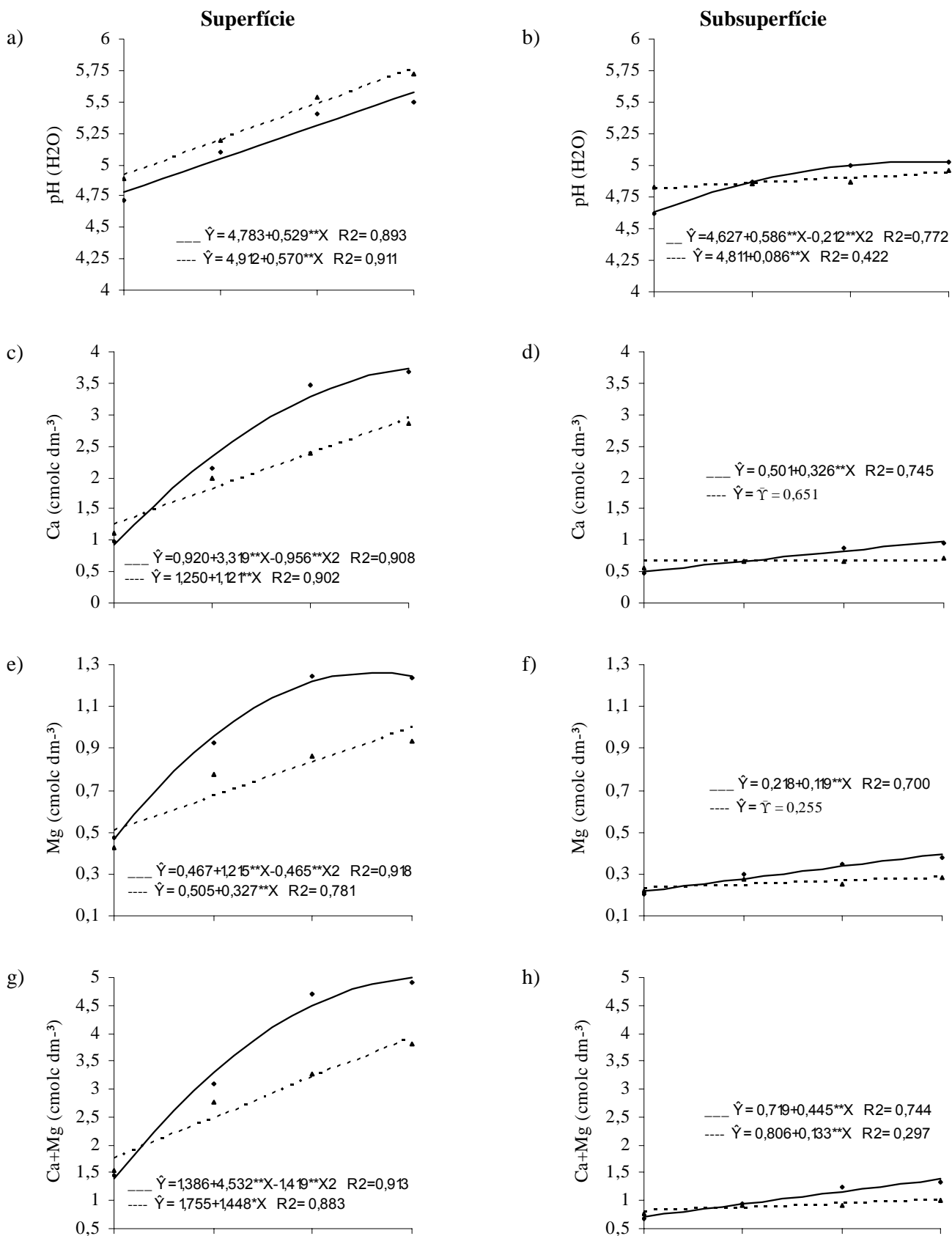


Figura 1. Valores de pH, Ca, Mg, Ca+Mg (cmol_c dm⁻³) na superfície (0-20 cm – à esquerda) e subsuperfície (20-40 cm – à direita) aos dois meses (—) e 17 meses (.....), após a implantação do experimento, em função da aplicação de calcário no solo.

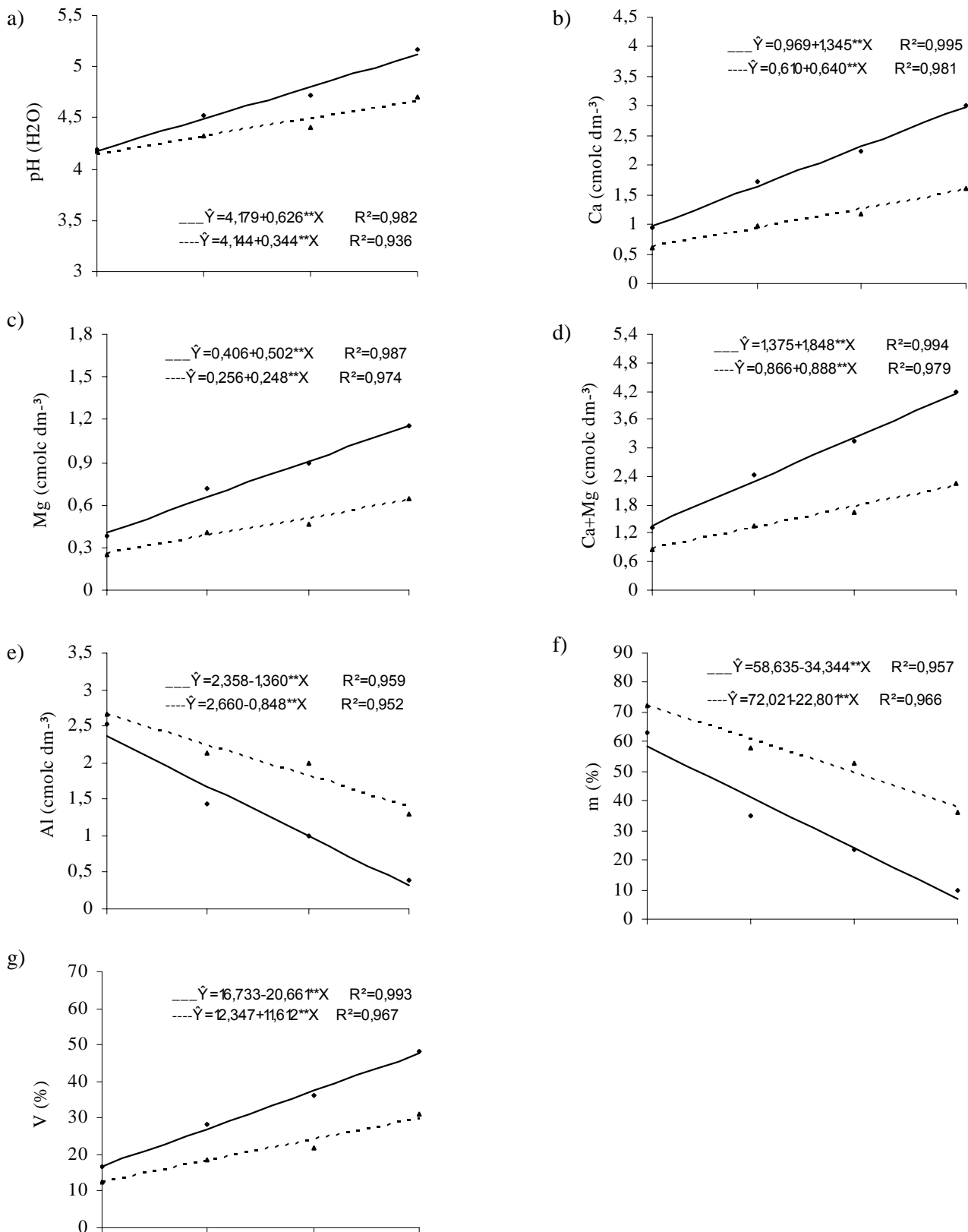


Figura 2. Valores de pH, Ca, Mg, Ca+Mg e Al³⁺ (cmol_c dm⁻³), saturação por Al (%) e saturação por bases (%) nas camadas de 0-20 (___) e 20-40(.....) cm do solo, aos 29 meses após a implantação do experimento, em função da aplicação de calcário no solo.

Aos dois meses após a calagem, houve um aumento linear nas concentrações de Ca, Mg e Ca+Mg na camada subsuperficial do solo (20-40 cm), evidenciando o processo de lixiviação. Não foram observadas alterações nas concentrações dos nutrientes na camada subsuperficial, aos 17 meses (Figura 1h), sendo provável que as raízes tenham alcançado maiores profundidades e absorvido os nutrientes, alterando desta forma a concentração dos elementos.

Camargo *et al.* (1997), trabalhando com amostras de solos LV e LE sob cultura de citrus, observaram aumento nos teores de Ca quando elevaram as doses de calcário calcítico e aumento nos teores de Ca+Mg com a utilização de calcário dolomítico, evidenciando o efeito da calagem na alteração da concentração de cátions trocáveis do solo.

Aos 29 meses (oito meses após a recalagem), os teores de Ca, Mg e Ca+Mg aumentaram linearmente com a dose de calcário aplicada, em ambas camadas de solo. Apesar da nova aplicação de calcário ter sido realizada superficialmente, observou-se lixiviação de nutrientes para as camadas mais profundas do solo (Figuras 2b, c e d).

Em análises realizadas em dois tipos de solos sob cafeicultura, no Paraná, três meses após a aplicação superficial de calcário, Chaves *et al.* (1984) observaram aumento gradual do pH, CTC, Ca e Mg trocáveis, principalmente, na camada de solo de 0-30 cm de profundidade e aumentos de Ca, abaixo da camada de 30 cm de profundidade e acreditaram que o ânion carregador tenha sido suprido pelos fertilizantes nitrogenados e potássicos utilizados.

Para que haja movimentação de bases no solo, é necessário um ânion acompanhante, o SO_4^{-2} , o qual promove uma movimentação lenta através do solo, ou o NO_3^- e o Cl^- , que podem acelerar as perdas de bases (RAIJ,

1988). Aumentos nas lixiviações de Ca e Mg com o aumento das doses de calcário aplicadas superficialmente, também, foram observados por Corrêa (1992) e Bolívar (1993).

A concentração de Al^{+3} trocável e a saturação por Al (m %), aos 17 meses após a calagem, foram superiores aos valores observados aos dois meses, em ambas camadas de solo (Tabela 2), porém, tanto aos dois, quanto aos 17 meses após a aplicação de calcário, as concentrações de Al^{+3} na camada superficial do solo, decresceram de forma quadrática, nas doses de 1,29 NC e 1,5 NC, respectivamente (Figuras 3a). Aos dois meses, uma possível causa da concentração de Al^{+3} não decrescer até a máxima dose de calcário seria o período de tempo entre a aplicação e a amostragem, havendo a possibilidade de que o calcário ainda não tivesse reagido completamente com o solo. Na camada subsuperficial, a aplicação de calcário promoveu decréscimo linear de Al^{+3} (Figuras 3b).

A saturação por alumínio apresentou comportamento quadrático semelhante à concentração de Al^{+3} trocável, na camada superficial do solo, porém os menores valores de saturação por Al^{+3} foram obtidos nas doses estimadas de 1,22 e 1,44 NC, aos dois e 17 meses após a aplicação de calcário, respectivamente. Na camada subsuperficial, observou-se redução linear na saturação por Al^{+3} com a aplicação de calcário (Figuras 3c e d). A maior redução ocorreu aos dois meses após a calagem, visto que ocorreram neste período as maiores lixiviações de Ca e Mg para essa camada.

O aumento de pH, em resposta à aplicação de calcários calcítico e dolomítico, diminui o teor de Al^{+3} como consequência da precipitação do Al^{+3} como $\text{Al}^{+3}\text{-OH}$, deixando vagos os sítios de carga, que são imediatamente ocupados pelos metais alcalino-terrosos (CAMARGO *et al.*, 1997).

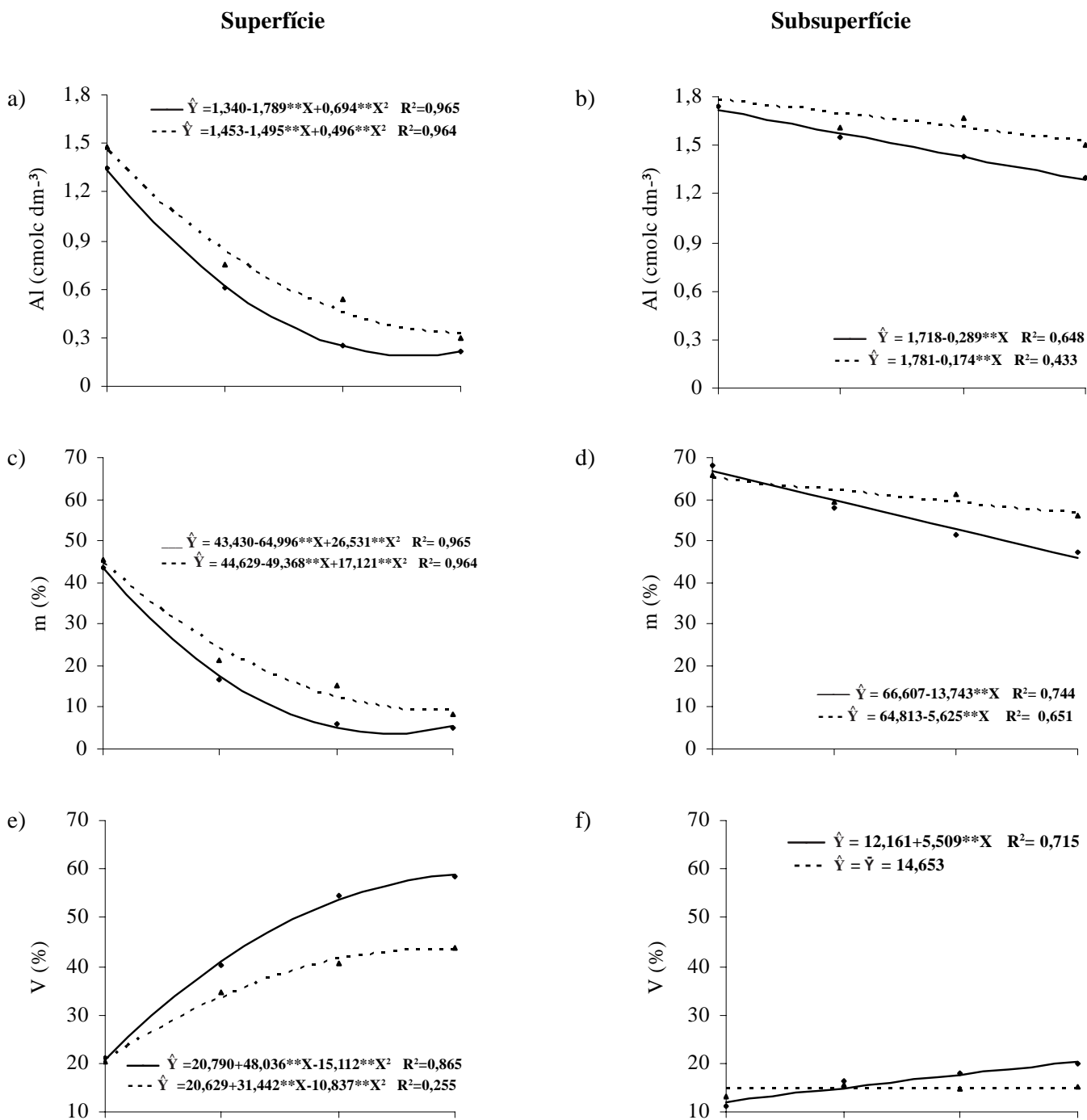


Figura 3. Teores de Al^{+3} ($cmol_c\ dm^{-3}$), $m(\%)$ e $V(\%)$ na superfície (0-20 cm – à esquerda) e subsuperfície (20-40 cm – à direita) aos dois meses (—) e 17 meses (.....), após a implantação do experimento, em função da aplicação de calcário ao solo.

Aos 29 meses, houve um decréscimo linear da concentração de Al^{+3} e da saturação por alumínio com a aplicação de calcário, tanto na camada superficial quanto na camada subsuperficial do solo (Figuras 2e e f), observando-se que as maiores reduções ocorreram em todas as épocas amostradas na camada menos profunda

(0-20 cm). Aplicação superficial de doses crescentes de calcário, em dois tipos de solos (LRd e LED) sob lavouras cafeeiras, promoveram diminuição nos teores de Al^{+3} e K trocáveis, principalmente, na camada superficial do solo 0-30 cm (CHAVES *et al.*, 1984).

Para a saturação por bases, observaram-se maiores valores aos dois meses após a calagem inicial que aos 17 meses, em ambas as camadas do solo (Tabela 2). A saturação por bases na camada superficial apresentou aumentos quadráticos com a aplicação de calcário. Estes aumentos foram máximos na dose de calcário 1,5 NC e na dose de 1,45 NC, respectivamente, para as avaliações aos dois e 17 meses após a calagem. Na camada subsuperficial, a saturação por bases, aos dois meses após a calagem, apresentou aumento linear com o aumento da calagem, não apresentando diferenças aos 17 meses após a calagem (Figura 3f). Aos 29 meses, a saturação por bases apresentou aumentos lineares com a aplicação de calcário e em ambas as profundidades. Os aumentos da saturação por bases nas camadas inferiores, apesar de terem menor magnitude quando comparados à camada superficial, mostram que ocorreu a descida de cátions no perfil do solo (Figura 2g).

A saturação por bases esperada era 70% com a aplicação da quantidade de calcário equivalente a uma vez a necessidade de calagem. Contudo, a máxima saturação alcançada foi de 58,84%, na camada de 0-20 cm, aos dois meses e na dose de calcário de 1,5 NC. Uma possível razão da saturação por bases não ter atingido 70%, seria o alto poder tamponante do solo argiloso empregado.

CONCLUSÃO

Houve lixiviação dos cátions Ca e Mg para a subsuperfície e redução linear do teor de Al^{+3} e da saturação por Al^{+3} em superfície e subsuperfície, proporcionais à dose de calcário aplicada e mais acentuados na superfície, verificados aos dois e 17 meses após a calagem, ocorrendo o mesmo aos 8 meses após a recalagem (29 meses de experimentação).

ABSTRACT: Most of Brazilian soils are acids, being the amendment with limestone a practical form to correct that problem and to increase the efficiency of the chemical fertilizing. The effect of limestone doses (0,0; 0,5; 1,0 and 1,5 times the limestone requirement (LR) in the chemical characteristics of an oxisol cultivated with coffee-tree plants, was evaluated. At the beginning of the experiment the limestone were mixed into the soil in a 00-20-depth layer. Twenty-one months after, there was made a second and superficial limestone application. The plants were even fertilized with simple super phosphate and potassium chloride mixed to the soil of the planting hole. 30 and 60 days after planting there were applied nitrogen as ammonium sulfate. The annual maintenance was made with 20-05-20 concentrated fertilizer. The experiment was performed in randomized blocks with four replications. There were determined pH values, Ca and Mg contents, exchangeable Al, Al saturation and base saturation in soil depths of 00-20 and 20-40 cm, at the beginning of the experiment and two, 17 and 29 months after that. There was effect of the limestone dose in the movement of ions Ca^{+2} and Mg^{+2} in the soil profile and on its nutrients contents, according to the limestone dose.

KEYWORDS: *Coffea Arabica*. Calcium. Magnesium. Base saturation. Aluminum saturation.

REFERÊNCIAS

- BALIGAR V. C.; SCHAFFERT, R. E.; SANTOS, H. L.; PITTA, G. V. E.; BAHIA FILHO, A. F. C. Soil aluminum effects on uptake, influx, and transport of nutrients in sorghum genotypes. **Plant and Soil**, v. 150, p. 271-277, 1993.
- BENNET, R. J.; BREEN, C. M.; FEY, M. V. Aluminum toxicity and induced nutrient disorders involving the uptake and transport of P, K, Ca and Mg in *Zea mays* L. **South Afr. J. of Plant and Soil**, v. 3, p. 11-17, 1986.
- BOLIVAR, G. B. **Efeitos de calcário, gesso e superfosfato triplo sobre a movimentação de cálcio, magnésio, enxofre e fósforo e o crescimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1993. 136f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BRACCINI, M. C. L. **Tolerância de genótipos de café ao alumínio em solução nutritiva e em solo**. 2000. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

BRACCINI, M. C. L.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; SAMPAIO, N. F.; SILVA, E. A. M. Tolerância de genótipos de cafeeiro ao alumínio em solução nutritiva. I. Crescimento e desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 435-442, 1998 a.

CALBO, A. G.; CAMBRAIA, J. Efeito do alumínio sobre a composição mineral de dois cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Rev. Ceres**, v. 27, p. 369-378, 1980.

CAMARGO, O. A.; CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R.; QUAGGIO, J. A. Alteração de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. **Sci. Agric.**, v. 54, p. 01-08, 1997.

CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A.; IGUE, K. Respostas do cafeeiro à calagem. **Pesq. Agr. Bras.**, v. 19, p. 573-582, 1984.

CORRÊA, J. B. **Associação calcário/gesso na melhoria das condições químicas do solo para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em crescimento**. 1992. 104f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

DAL BÓ, M. A. **Movimentação de bases e crescimento de raízes de cana-de-açúcar em colunas de solo, em função da adição de diferentes sais de cálcio**. 1985. 62f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo**. Viçosa, UFV, 1997. 26p. (Boletim de Extensão n. 29).

GUIMARÃES, P. T. G.; LOPES, A. S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. In: RENA A. B.; MALAVOLTA E.; ROCHA M.; YAMADA T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, 1986, p. 115-156.

LOPES, A. S. **Solos sob “cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 162p.

MARTINS, M. **Efeitos da calagem na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em solo sob vegetação de cerrado**. 1991. 86p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

MORAES, J. F. V. Calagem e Adubação. In: RENA, A.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. YAMADA, T.; (Ed.) **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988, p. 261-301.

MUNSON, R. D. **Potassium, calcium and magnesium in the tropics and subtropics**. International Fertilizers Development Center (IFDC), 1982. 62p. (Technical bulletin, T-23).

PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 46, p. 993-997, 1982.

PEREIRA, J. E.; MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A. de. Efeitos de sete calcários na formação a primeira safra do cafeeiro In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 10, São Lourenço, 1981. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1981. p. 232-233.

RAIJ, B. V. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. 1988. 88p.

SIQUEIRA, R.; PAVAN, M. A. Crescimento de raízes de cafeeiros em camadas compactadas de um solo ácido com e sem restrições químicas. **Arq. Biol. Tecnol.** v. 40, p. 1-8, 1997.