

NILZA DE FÁTIMA PEREIRA CAMILO

PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO EM RESPOSTA AO MANEJO
DA CALAGEM E GESSAGEM EM LATOSSOLO DE CERRADO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

NILZA DE FÁTIMA PEREIRA CAMILO

PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO EM RESPOSTA AO MANEJO
DA CALAGEM E GESSAGEM EM LATOSSOLO DE CERRADO.

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em Solos e
Nutrição de Plantas, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 3 de abril de 2007.

Prof. Roberto Ferreira de Novais
(Co-Orientador)

Prof. Júlio César Lima Neves
(Co-Orientador)

Prof. Renildes L. Ferreira Fontes

Prof^a Hermínia Emília P. Martinez

Prof. Víctor Hugo Alvarez V.
Orientador

Aos meus pais

José Tarciso Bom Fim Pereira

Maria Inês da Assunção Pereira

Aos meus tios e avó

Helena Inácio da Assunção (in memória)

Laurindo da Conceição Assunção (in memória)

Ida Maria Assunção

Maria Marta Ferreira (in memória)

Ofereço

Ao meu esposo

Arlindo José Camilo

Ao meu filho

André Pereira Camilo

Dedico

AGRADECIMENTOS

A minha família pela confiança em mim depositada.

A Universidade Federal de Viçosa, em especial o Departamento de Solos, pela oportunidade de realizar o curso.

A EPAMIG pelas facilidades para instalação e condução do experimento na fazenda de Patrocínio.

A Paulo Gontijo pelo apoio na obtenção de bolsa e de recursos e ao pessoal da fazenda experimental pela execução do experimento.

A FAPEMIG pela bolsa de estudos concedida

Aos professores e funcionários do Departamento de Solos pelas colaborações.

A todos os amigos de curso, pela amizade e por repartir os bons e os maus momentos.

Aos Professores Roberto Ferreira de Novais e Júlio César de Lima Neves, pelo auxílio e sugestões.

Em especial, ao Professor Víctor Hugo Alvarez V., pela orientação.

BIOGRAFIA

Nilza de Fátima Pereira Camilo, filha de José Tarciso do Bom Fim Pereira e Maria Inês da Assunção Pereira, nasceu em Belo Horizonte - MG em 2 de Março de 1973.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, em janeiro de 2004.

Em março de 2005, ingressou no curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela mesma Universidade, concluindo-o em Abril de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Produtividade do Café.....	18
4.2 Doses de Máxima Eficiência Econômica.....	24
4.3 Análise de Solo	28
4.3.1 Valores de pH e Teores de Alumínio Trocável.....	28
4.3.2 Teores de Cálcio e de Magnésio Trocáveis.....	37
4.3.3 Taxas de Recuperação, Pelo Extrator KCl 1 mol/L, de Cálcio e de Magnésio Adicionados no Solo	50
4.4. Análise Química da Planta: Teores de Cálcio e de Magnésio na Folha.....	53
5. RESUMO E CONCLUSÃO	61
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	63
ANEXOS	71

RESUMO

CAMILO, Nilza de Fátima Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007. **Produtividade do cafeeiro em resposta ao manejo da calagem e gessagem em Latossolo de Cerrado.** Orientador: Víctor Hugo Alvarez V. Co-Orientadores: Júlio César Lima Neves e Roberto Ferreira de Novais.

A cafeicultura de Minas Gerais está implantada, em sua maior parte, em solos de Cerrado, predominantemente em Latossolos, com aplicação de calcário em área total ou em faixas. Os objetivos deste trabalho foram comparar a produtividade do cafeeiro em resposta os diferentes manejos, determinar doses de calcário de máxima eficiência econômica (MEE) e as taxas de recuperação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} nas análises de solo, para diferentes profundidades. Os fatores em estudo foram: uso de calcário ou calcário e gesso, divididos em duas estratégias de aplicação em área total ou faixa, que pela reposição de calcário ou calcário e gesso resultaram em oito manejos: quatro em área total (calagem sem reposição (CATSR); calagem e gessagem sem reposição (CGATSR); calagem e gessagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGATRPP) e calagem e gessagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CGATRNC)) e quatro em faixa (calagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CFRPP); calagem e gessagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGFRPP); calagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CFRNC) e calagem e gessagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CGFRNC)) e seis doses de calcário (em área total foram de 0,0 a 2,4 NC e, em faixa de 0,0 a 1,5 NC). Na definição dos tratamentos, utilizou-se a matriz experimental mista, Baconiana com Fatorial [(21 + 2) + 21], em que (21 + 2) correspondem a tratamentos que receberam aplicação em área total e os outros 21 em faixa. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela útil constou de duas fileiras, com quatro plantas por fileira. O manejo CFRNC foi a melhor opção visando obter maior rendimento pela calagem com menor investimento. Apesar dos resultados indicarem, de forma geral, maior elevação do pH, maior redução dos teores de Al^{3+} e maior elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} no solo nos diferentes manejos em relação à testemunha, em média, não houve diferença significativa na

produtividade de café entre os manejos. As taxas de recuperação de Ca^{2+} em relação às de Mg^{2+} inicialmente foram semelhantes, tanto em área total como em faixa, posteriormente as de Ca^{2+} foram maiores. As taxas de recuperação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} decresceram em profundidade. Nas doses de MEE os valores de pH foram muito baixos a baixos; os teores de Al^{3+} variaram de médio a alto e os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} ficaram muito baixos a baixos. Nas folhas os teores de Ca e de Mg ficaram, consistentemente, abaixo da faixa de suficiência.

ABSTRACT

CAMILO, Nilza de Fátima Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2007. **Productivity of coffee tree in response to conducting of liming and gessagem in Latossolo in Brazilian Savannah.** Adviser: Víctor Hugo Alvarez V. Co-advisers: Júlio César Lima Neves and Roberto Ferreira de Novais.

The coffee culture in Minas Gerais is established, most of it, in Brazilian savannah soils, mainly latossols, applying limestone in overall area or in strip. The aims of this work were to compare the productivity of the coffee tree in response to different conducts, to determine doses of limestone with maximum economic efficiency (MEE) and the rates of recovering of Ca^{2+} and Mg^{2+} in the soil analyses, for different depths. The factors under study were: use limestone or limestone or gesso, divided in two application strategies in overall area or strip, that through replacement of limestone or limestone or gesso resulted in eight conducts: four in overall area (liming without replacement (CATSR); liming and gessagem without replacement (CGATSR); liming and gessagem with replacement of doses proportional to those planting (CGATRPP) and liming and gessagem with replacement corresponding to the need of liming (CGATRNC) and four in strip (liming with replacement of doses proportional to those of planting (CFRPP) liming and gessagem com replacement of doses proportional to planting (CGFRPP); liming with replacement corresponding to the necessity of liming (CFRNC) and liming e gessagem with replacement corresponding to the necessity of liming (CGFRNC) and six doses of limestone (in overall area they were from 0,0 to 2,4 NC and , in strip from 0,0 to 1,5 NC). Mixed experimental matrix was used to define the treatments, Baconiana with Factorial [(21 + 2)] + 21], in which (21 + 2) correspond to treatments that received application in overall area and the other 21 in strip. The treatments were distributed in randomized blocks with three repetitions. Each useful plot consisted in two rows, with four plants per row. The CFRNC conduct was the best option aiming to obtain the best yield through liming with the lowest investment. Despite the results showed, in general, higher raising of pH, higher reduction on Al^{3+} levels and highest raising on Ca^{2+} and Mg^{2+} levels in the soil under different conducts regarding to the witness, on average, there was no significant difference in the coffee productivity

among the conducts. The recovering rates of Ca^{2+} regarded to those of Mg^{2+} were similar at the beginning, as much in overall area as in strip, later those from Ca^{2+} were higher. The recovering rates of Ca^{2+} and Mg^{2+} decreased with depth. In the MEE doses the pH values were low to low; the levels of Al^{3+} ranged from medium to high and the levels of Ca^{2+} and Mg^{2+} were very low to low. In the leaves, the levels of Ca and Mg remained consistently, under the strip of adequacy.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o segundo mercado consumidor. A maior parte das áreas cafeeiras está concentrada na região centro-sul do País, destacando quatro Estados produtores: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná (Abic, 2006).

Minas Gerais é o maior produtor nacional com 51,7 % da produção total; deste total, a região Sul e o Centro Oeste do Estado participam com 54,8 %; o Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste com 19,6 %, e a Zona da Mata, Jequitinhonha, Mucuri, Rio Doce, e regiões Central e Norte com 25,6 % (Conab, 2007).

A produção brasileira de café no ano de 2006 foi de 42,5 milhões de sacas, com produtividade média de 19,75 sc/ha. Minas Gerais produziu 22,0 milhões de sacas, com produtividade média de 21,73 sc/ha. A região mineira com maior média de produtividade foi o Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste, com 27,83 sc/ha, vindo a seguir regiões Sul e Centro Oeste, com 23,75 sc/ha e a Zona da Mata, Jequitinhonha, Mucuri, Rio Doce, e regiões Central e Norte, com 16,10 sc/ha (Conab, 2007).

Embora sejam naturalmente pobres em nutrientes, os Latossolos de Cerrado são aptos a uma agricultura altamente tecnificada. Para sustentar esta tecnologia é preciso conhecer bem os fatores que influenciam as produtividades das culturas, sendo a fertilidade do solo relativamente fácil de se controlar, fator de grande influência. Para assegurar que o Brasil mantenha a posição de maior produtor mundial de café, há necessidade de pesquisar e conhecer melhor as técnicas que permitam maior eficiência nutricional da cultura em solos de Cerrado, uma vez que estes ocupam extensas áreas, climaticamente aptas ao cultivo de cafeeiro.

A aplicação de calcário em lavouras cafeeiras é feita, em sua grande parte, em superfície e em área total, sem ou com pequena incorporação. Observa-se que a utilização de novas estratégias no manejo da calagem e da gessagem na cultura cafeeira tem levado a maiores produtividades, assim o estudo dessas estratégias levando-se em conta dose, época e local de aplicação poderia resultar em maiores produtividades.

Os objetivos deste trabalho foram comparar a produtividade do cafeeiro em resposta os diferentes manejos, determinar doses de calcário de máxima eficiência

2. REVISÃO DE LITERATURA

A acidez do solo deve-se à presença de diferentes grupos capazes de liberar prótons, como, por exemplo, grupos ácidos dos minerais de argila, da matéria orgânica do solo e ácidos orgânicos decorrentes da atividade microbiana. Parte da acidez do solo ocorre em consequência da utilização de fertilizantes, principalmente nitrogenados, absorção de bases pelas plantas e lixiviação dessas para camadas subsuperficiais dos solos, influenciando as características físicas, químicas e biológicas do solo, e pode se tornar barreira à produtividade e rentabilidade da maioria das culturas.

Os íons Al^{3+} , AlOH^{2+} e $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ além de gerar a acidez ativa, são altamente fitotóxicos, sendo um dos principais fatores limitantes da produtividade agrícola (Ma et al., 2001). Eles atuam no meristema apical da raiz, cessando a divisão celular, paralisando o crescimento das raízes (Furtini Neto et al., 2001). O Al^{3+} restringe a disponibilidade de nutrientes no solo, como, por exemplo o P, que pode ser precipitado na forma de AlPO_4 insolúvel. Devido ao antagonismo Al-Mg ocorre redução na absorção de Mg com a elevação do teor de Al^{3+} (Nichol & Oliveira, 1995), e segundo Marschner (1995), teores elevados de Al^{3+} prejudicam a absorção Ca pela planta.

Solos ácidos apresentam baixo pH e, de modo geral, baixa saturação por bases, altos teores de Al trocável, alta saturação por Al (m) e baixos teores de Ca trocável em profundidade, os quais podem impedir o crescimento de raízes (Lopes, 1983; Raij, 1988; Guimarães, 1992, Souza & Lobato, 2004), fazendo com que as culturas se tornem sensíveis a déficits hídricos. Assim, a produtividade de muitas lavouras, dentre elas a do café, estão limitadas diretamente por esses fatores sendo necessárias práticas da calagem e gessagem em solos ácidos visando à correção tanto das camadas superficiais como das subsuperficiais.

Nos solos agricultáveis brasileiros deveriam ser aplicados, anualmente, 52 a 62 Mt de calcário. Entretanto, o consumo nos anos de 1999 a 2003 oscilou entre 15,8 e 22,3 Mt/ano, com média de 18,4 Mt, muito abaixo do ideal (Ibiapaba Netto, 2003).

Dependendo dos teores de MgO, os calcários podem ser classificados em calcíticos (menos de 50 g/kg de MgO) e dolomíticos (> 50 g/kg de MgO) (Brasil, 2004). Para o cafeeiro, o calcário dolomítico é mais utilizado porque, além de neutralizar o Al^{3+} , fornece Ca e Mg ao solo.

A relação Ca:Mg no solo é de grande importância, e deve ser adequado de acordo com o solo e com as culturas (Alvarez V. & Ribeiro, 1999a). Quando a relação é muito larga, 30:1, têm-se níveis muito baixos de Mg e, segundo Quaggio (2000) o efeito da relação é uma simples deficiência de Ca ou Mg, que compromete o desenvolvimento de qualquer cultura.

Chaves et al. (1984), em experimento conduzido na região cafeeira do Paraná, em dois Latossolos Vermelhos por um período de oito anos, observaram que com a dose de calcário de 2,5 t/ha, dose que causou a maior produtividade, as relações Ca:Mg:K estavam em torno de 11:3:1.

Martinez et al. (2004), avaliando a fertilidade dos solos de cafezais do Estado de Minas Gerais, constataram que em cafezais com 5 a 9 anos de idade na região de Patrocínio, os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , nas camadas de 0 a 5, 5 a 20 e de 20 a 50 cm foram, respectivamente, de 2,78; 1,75 e 1,12 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca^{2+} e 0,88; 0,66 e 0,43 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ para Mg^{2+} para uma produtividade média acima de 30 sc/ha. Contudo, Santinato et al. (1983) verificam que teores de Ca^{2+} de aproximadamente 4 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e de Mg^{2+} entre 0,15 e 1,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ seriam adequados para um cafezal com a mesma produtividade e tipo de solo (LVA).

A classe de interpretação de fertilidade do solo, para os teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , é assim considerada: teores de Ca^{2+} : muito baixos ($\leq 0,40 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), baixos (0,41-1,20 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) e médios (1,21-2,40 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) e para Mg^{2+} : muito baixos ($\leq 0,15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), baixos (0,16-0,45 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) e médios (0,46-0,90 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) (Alvarez V. et al., 1999c)

O uso da análise foliar em conjunto com a análise do solo permite uma avaliação mais eficiente do estado nutricional da cultura e das necessidades de direcionamento do programa de adubação (Martinez et al., 1999). Segundo Martinez et al. (2003), para o cafeeiro, os teores de Ca na folha considerados adequados seriam de 10,0-13,4 g/kg e os de Mg de 3,6-5,2 g/kg. Vários autores afirmam que há, aproximadamente, quatro vezes mais Ca do que Mg na planta como um todo (Catani et al., 1967; Lazzarini et al., 1975; Garcia, 1983; Guimarães & Lopes, 1986; Malavolta, 1986; Guimarães et al., 1999), sendo o Ca e o Mg o terceiro e o quarto nutrientes mais absorvidos pelo cafeeiro em produção (Guimarães & Lopes, 1984; Garcia, 1983).

Vários pesquisadores encontraram efeitos positivos da calagem sobre a produtividade do cafeeiro (Pereira & Santinato, 1978; Garcia, 1983; Reis et al., 1981,

Chaves et al., 1984; Santinato et al., 1986; Viana et al., 1987). As doses relacionadas com os aumentos da produtividade variam com o solo, tipo de calcário e com o método de aplicação. Doses excessivas de calcário podem ocasionar desequilíbrios entre os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , diminuindo o crescimento e o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

Garcia (1983), estudando a importância da calagem na implantação de cafezais, em relação às quatro primeiras produtividades, com aplicação de diferentes doses de calcário calcítico (0, 2, 4, 8, 16 e 32 t/ha), com PRNT de 60,1 %, com adição de 115 g/cova de MgSO_4 , em um Latossolo Vermelho (sul de Minas Gerais) verificou que a produtividade média das quatro primeiras colheitas, foi de 10,7; 24,8; 27,8; 23,8; 22,2 e 23,6 sc/ha, respectivamente, para as doses estudadas e que a aplicação de 4 t/ha de calcário resultou em maior produtividade média, diferença de 4,2 sc/ha em relação a maior dose aplicada.

Chaves et al. (1984), com o objetivo de estudar os efeitos de doses crescentes de calcário dolomítico (0; 2,5; 5,0 e 10 t/ha) aplicadas superficialmente, em um experimento conduzido na região cafeeira do Paraná, em dois Latossolos Vermelhos, por um período de oito anos, observaram que na camada de 0 a 30 cm houve aumento do pH, da CTC efetiva e dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} ; enquanto que os de Al^{3+} e K^+ diminuíram com o aumento das doses de calcário. A maior produtividade foi obtida com a dose de 2,5 t/ha. Nas doses mais elevadas, ocorreu diminuição na produtividade. Segundo esses autores, houve redução nos teores de K e Zn abaixo da faixa de suficiência, o que pode ter refletido na diminuição da produtividade.

O uso de calcário em doses elevadas pode aumentar, com o passar do tempo, os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e o pH em profundidade (Raij, 1988), mas dependendo da dose há lixiviação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} para camada fora do alcance das raízes (Lopes, 1983). Quaggio et al. (1982) trabalhando em um Latossolo Vermelho, com CTC de 5 cmol/dm^3 , concluíram que aos 30 meses após a aplicação da dose mais elevada (12 t/ha), somente dois terços do calcário aplicado tinha reagido com o solo e ocorreu um ligeiro aumento nos teores de Ca^{2+} na camada entre 40 e 60 cm.

A reação do calcário no solo é fortemente influenciada por sua granulometria (reatividade). A efetividade do calcário depende do tempo decorrido da aplicação, do sistema de preparo do solo, do volume do solo corrigido (Miranda et

al, 2005). Além destes fatores, também são muito importantes doses e o poder tampão do solo.

A aplicação de doses elevadas de calcário, com o objetivo de aumentar o seu efeito residual, pode trazer alguns inconvenientes na fase inicial da cultura do cafeeiro, como desequilíbrios nutricionais, afetando a produtividade. Esse efeito negativo pode ser minimizado com o uso de calcários de menor reatividade. Alcarde et al. (1989) avaliaram, por incubação, a reatividade de um calcário dolomítico em três solos, por meio da elevação do pH e verificaram após 90 dias, que as partículas de 2,0 a 0,84; 0,84 a 0,30; 0,30 a 0,25 e menor que 0,25 mm apresentaram reatividade de 20, 50, 90 e 100 % respectivamente. Essas diferentes taxas de reatividade favorecem o manejo da calagem. Os materiais finos reagem rapidamente no solo, mas seu efeito é mantido por um período mais curto de tempo do que os materiais grosseiros. Dependendo das características químicas, físico-químicas e mineralógicas do solo uma questão que se evidencia é qual o corretivo mais eficiente para o cafeeiro, o mais reativo e de menor efeito residual, ou o de ação mais lenta com efeito residual mais prolongado?

Guimarães & Lopes (1986) sugerem que a calagem deve ser realizada em faixa, sob a projeção da copa do cafeeiro, onde os fertilizantes são aplicados, devido à acidificação do solo causada, principalmente, pelos fertilizantes nitrogenados. Entretanto, Gallo et al. (1999) verificaram a elevação da acidez potencial com aumento das doses de N, na linha e na entrelinha de um cafezal adensado em plena produção, conduzido em Latossolo Vermelho Amarelo no município de Mococa (SP). Os valores encontrados foram de 5,17; 5,34; 6,46 e 7,40 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ em amostragem realizada na projeção da copa e de 8,43; 8,67; 9,46 e 10,22 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de H+Al na entrelinha, para as doses de 100, 200, 300 e 400 kg/ha de N, na forma de uréia.

Em sistema plantio convencional, com a aração e gradagem, a calagem, apesar de ser uma prática reconhecidamente eficiente para a correção da acidez dos solos, só tem efeito marcante na profundidade em que é incorporado o calcário. O efeito do calcário, nas camadas subsuperficiais, tem sido avaliado com maior interesse quando misturado ao gesso agrícola. O Ca e o Mg do calcário são muito lentamente percolados, pois os ânions HCO_3^- e CO_3^{2-} em meio ácido produzem CO_2 .

O teor de Ca^{2+} nas camadas inferiores tem efeito direto no crescimento das raízes. Por ser um nutriente considerado imóvel no floema, não se desloca de outras

partes da planta para as porções novas das raízes (Howard & Adams, 1965). Para melhorar as características da subsuperfície, visando o crescimento radicular, é necessária a presença de ânions acompanhantes para que o Ca^{2+} e outros cátions possam ser lixiviados. Dentre esses ânions têm sido estudados o SO_4^{2-} , o Cl^- e o NO_3^- (Wadt & Wadt, 1999; Moraes, 1991).

O gesso agrícola é um subproduto da fabricação de ácido fosfórico (Alcordero & Rechcigl, 1993). Pela reação da rocha fosfática com ácido sulfúrico e água, são produzidos além do ácido fosfórico, sulfato de cálcio e ácido fluorídrico. O gesso agrícola apresenta em sua composição, aproximadamente, CaO (425 a 500 g/kg), S (140 a 170 g/kg), P_2O_5 (6 a 7,5 g/kg), F (6 a 7 g/kg) e MgO (2,0 g/kg) (Alvarez V. et al., 1999b). Além de proporcionar melhorias nas condições químicas do solo em subsuperfície, com aumento da saturação por bases e diminuição na saturação por Al, fornece Ca, Mg, P e S à cultura (Corrêa, 1992; Silveira, 1995).

A grande mobilidade de cátions em profundidade, ocasionada pelo gesso, (solubilidade aproximada de 2,41 g/L a 0 °C) deve-se à maior solubilidade desse produto em relação aos calcários (solubilidade aproximada de 0,014 g/L 25 °C) (Hodgman, 1952). Assim, o gesso tem sido utilizado em solos ácidos como um produto complementar ao calcário, com o objetivo de diminuir a toxicidade do Al^{3+} , por reação de complexação com o íon SO_4^{2-} , e aumentar a concentração de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ em profundidade, com formação de compostos químicos CaSO_4^0 , MgSO_4^0 e K_2SO_4^0 (Pavan et al., 1986; Ernani & Barber, 1993; Dias et al., 1994; Braga et al., 1995), que por serem neutros não ficam retidos nas cargas do solo.

Além dos aspectos favoráveis citados, é relatado ainda o fato de que a presença do flúor no gesso agrícola favorece a formação do complexo AlF_3 em solução, reduzindo a atividade e, conseqüentemente, a toxidez do Al (Cameron et al., 1986).

Em resposta a aplicação do gesso agrícola, há diminuição nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ nas camadas superficiais, por percolação, para compensar esta perda sugere-se a aplicação conjunta de gesso e calcário dolomítico (Rosolem & Machado, 1984; Pavan et al., 1984). A combinação de calcário e gesso diminui os possíveis desequilíbrios nutricionais que poderiam ocorrer quando se realiza somente a aplicação do gesso (Nogueira & Mozeto, 1990).

Segundo Alcarde (1989), a percolação do Ca^{2+} e SO_4^{2-} originados da dissociação do gesso pode ser benéfica ou maléfica. Segundo o autor, se os nutrientes catiônicos percolados permanecerem em camadas subsuperficiais ao alcance das raízes, os mesmos estimulam o desenvolvimento destas com efeitos benéficos principalmente nas épocas de estiagem. Todavia, se os nutrientes forem arrastados, para profundidades fora do alcance das raízes, ou seja lixiviados, o efeito é maléfico por promover o empobrecimento do solo. Segundo esse autor, a intensidade de lixiviação depende do solo, da quantidade de gesso aplicada e da quantidade de água recebida.

O mecanismo envolvido na redução dos teores de Al^{3+} , utilizando gesso, com formação do par iônico como AlSO_4^- diminuem a concentração do Al^{3+} na solução do solo (Pavan et al., 1984; Farina & Channon, 1988; Ernani & Barber, 1993). E o efeito da diluição de uma solução de Hoagland e Arnon sobre a atividade das espécies de Al, foi verificado por Pavan & Bingham (1982). A diluição da solução, a um centésimo da sua forma iônica original, resultou em aumento de 3,23 vezes do coeficiente de atividade da espécie Al^{3+} , e a espécie AlSO_4^+ passou de 14 para 5 % do Al total. O efeito de diluição é, então, o de reduzir a concentração efetiva dos contra-íons responsáveis pela formação de pares iônicos ou complexos com o Al.

Guimarães (1992) testou quatro doses de calcário (0; 0,75; 1,50 e 3,0 t/ha), em quantidade equivalente de Ca, combinadas com três doses de gesso (0; 1,20 e 2,58 t/ha), aplicadas em área total, antes do plantio, em experimento com cafeeiros instalado em Latossolo Vermelho, em São Sebastião do Paraíso-MG. Os resultados médios de sete produtividades mostraram que na dose de calcário correspondente a necessidade de calagem (1,50 t/ha) a produtividade de café passou de 28,01 sc/ha (sem gesso) para 46,25 sc/ha (com 2,58 t/ha de gesso), ou seja, incremento de 65,1 %, correspondente basicamente ao efeito do SO_4^{2-} . A resposta do cafeeiro ao gesso foi mais expressiva que ao calcário, pois a aplicação isolada de 1,29 t/ha de gesso, elevou a produtividade em 17,4 sc/ha, enquanto a aplicação isolada de 3 t/ha de calcário, elevou apenas 8,2 sc/ha em relação à testemunha. Nos tratamentos que receberam apenas calcário houve concentração de raízes na superfície, mas quando se utilizou calcário e gesso, o sistema radicular atingiu até aproximadamente 2,0 m de profundidade.

Ritchey et al. (1980) avaliando um ensaio de fosfatos, observaram após veranico, que nas parcelas tratadas com superfosfato triplo, as plantas de milho estavam murchas, enquanto que nas parcelas tratadas com superfosfato simples, as plantas estavam túrgidas; foi observado que nos tratamentos que receberam superfosfato simples, o sistema radicular estava mais profundo possibilitando maior absorção de água das camadas da subsuperfície. Além disso, foi observado que o solo continha mais Ca^{2+} e menos Al^{3+} nas camadas subsuperficiais. Estes efeitos benéficos do superfosfato simples sobre a cultura do milho foram atribuídos ao gesso nele contido.

Visando estudar o efeito da natureza do ânion acompanhante na movimentação do Ca^{2+} e sua influência na acidez do solo em profundidade, foi conduzido um trabalho em colunas de solo, simulando o perfil de um Latossolo Vermelho Escuro, utilizando-se três fontes de Ca (CaCl_2 , CaCO_3 e CaSO_4) na quantidade de 2 t/ha de Ca incorporado na camada de 0 a 15 cm (Ritchey et al., 1982). Através das colunas foi percolada água, no equivalente a 1.200 mm de água. A fonte de Ca que proporcionou menor movimentação de Ca^{2+} em profundidade foi o CaCO_3 , com maior acúmulo na camada de 20 a 25 cm; fato compreensível, pois os ânions HCO_3^- e CO_3^{2-} em meio ácido produzem CO_2 e, conseqüentemente, não havendo um ânion acompanhante para o Ca^{2+} fica completamente retido no complexo de troca da camada de incorporação (Reeve & Summer, 1972). Em relação ao CaSO_4 houve maior concentração de Ca^{2+} na camada entre 45 e 60 cm, evidenciando sua maior solubidade em relação ao CaCO_3 . Já, o tratamento com CaCl_2 , devido a maior solubilidade e baixa reação com o solo, foi o que atingiu maiores profundidades (150 cm).

A movimentação de Ca^{2+} também foi diferenciada em profundidade, com a incorporação de calcário, gesso e KCl, à 15 cm de profundidade em colunas de solo, de modo que, após aplicação de 1.200 mm de água, observou-se movimentação de Ca^{2+} à 25, 75 e 180 cm, respectivamente para calcário, gesso e KCl (Ritchey et al., 1980).

Segundo Rosolem & Machado (1984), a utilização da gessagem demonstra uma possibilidade para a melhoria da fertilidade do solo em camadas subsuperficiais. Entretanto, em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, baixa CTC efetiva e pobres em bases, esta prática, dependendo da dose, pode resultar em desequilíbrios nutricionais com reflexos negativos na produção. Segundo esses autores, a

associação calagem e gessagem diminui estes efeitos, exceto em relação ao K. Portanto, há necessidade de se avaliar doses, bem como a utilização de calcário e gesso no que se refere ao crescimento do sistema radicular, movimentação de cátions no perfil do solo e produção das culturas, como o cafeeiro.

Outro aspecto importante é a quantificação da recuperação, pelo extrator, de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , de acordo com as doses de calcário e de gesso adicionadas ao solo, o qual vem sendo cada vez mais importante, sobretudo pela demanda existente em estudos envolvendo a modelagem e o desenvolvimento de sistemas para a recomendação de nutrientes (FERTCALC), que reúnem grande volume de informação de pesquisa na área de solos e nutrição de plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG em Patrocínio-MG, localizada no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, latitude 18° 56' 38" S, longitude 46° 59' 34" W e altitude de 970 m. A precipitação pluvial média anual de Patrocínio é de 1.570 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 1999). Os fatores em estudo foram: aplicação de calcário ou calcário e gesso, divididos em duas estratégias em área total ou faixa, que pela reposição de calcário ou calcário e gesso resultaram em oito manejos: quatro em área total (calagem sem reposição (CATSR); calagem e gessagem sem reposição (CGATSR); calagem e gessagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGATRPP) e calagem e gessagem com reposição

Quadro 1. Tratamentos esquematizados conforme matriz mista, Baconiana com Fatorial, [(21 + 2) + 21], sendo 21 + 2 tratamentos com aplicação de calcário em área total [(4 x 5) + 1 + 2] e 21 tratamentos que receberam calcário em faixas [(2² x 5) + 1]

Tratamento	Dose ^{1/}	Área ^{2/}	Gesso ^{3/}	PRNT ^{4/}	Reposição ^{5/}				
					Ano ^{6/}	Área ^{7/}	Dose	Gesso	PRNT
1	0,0 AT G 0 65 SR	NC	----- % -----	65	SR			NC	----- % -----
2	0,4 AT G 0 65 SR	0,4	AT	0	65	SR			
3	0,8 AT G 0 65 SR	0,8	AT	0	65	SR			
4	1,2 AT G 0 65 SR	1,2	AT	0	65	SR			
5	1,6 AT G 0 65 SR	1,6	AT	0	65	SR			
6	2,4 AT G 0 65 SR	2,4	AT	0	65	SR			
7	0,4 AT G 25 65 SR	0,4	AT	25	65	SR			
8	0,8 AT G 25 65 SR	0,8	AT	25	65	SR			
9	1,2 AT G 25 65 SR	1,2	AT	25	65	SR			
10	1,6 AT G 25 65 SR	1,6	AT	25	65	SR			
11	2,4 AT G 25 65 SR	2,4	AT	25	65	SR			
----- RPP -----									
12	0,4 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	0,4	AT	25	65	3°	AT	0,4	25 76
13	0,8 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	0,8	AT	25	65	3°	AT	0,8	25 76
14	1,2 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	1,2	AT	25	65	3°	AT	1,2	25 76
15	1,6 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	1,6	AT	25	65	3°	AT	1,6	25 76
16	2,4 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	2,4	AT	25	65	3°	AT	2,4	25 76
----- RNC -----									
17	0,4 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	0,4	AT	25	65	3°	AT	1	25 76
18	0,8 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	0,8	AT	25	65	3°	AT	1	25 76
19	1,2 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	1,2	AT	25	65	3°	AT	1	25 76
20	1,6 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	1,6	AT	25	65	3°	AT	1	25 76
21	2,4 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	2,4	AT	25	65	3°	AT	1	25 76
22	1,6 AT G 0 76 SR	1,6	AT	0	76	SR			
23	1,6 AT G 25 76 3° RPP G 25 76	1,6	AT	25	76	3°	AT	1,6	25 76
----- RPP -----									
24	0,00 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	0,00	F	0	76	2° +	F	0,00	0 76
25	0,25 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	0,25	F	0	76	2° +	F	0,25	0 76
26	0,50 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	0,50	F	0	76	2° +	F	0,50	0 76
27	0,75 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	0,75	F	0	76	2° +	F	0,75	0 76
28	1,00 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	1,00	F	0	76	2° +	F	1,00	0 76
29	1,50 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	1,50	F	0	76	2° +	F	1,50	0 76
30	0,25 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	0,25	F	25	76	2° +	F	0,25	25 76
31	0,50 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	0,50	F	25	76	2° +	F	0,50	25 76
32	0,75 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	0,75	F	25	76	2° +	F	0,75	25 76
33	1,00 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	1,00	F	25	76	2° +	F	1,00	25 76
34	1,50 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	1,50	F	25	76	2° +	F	1,50	25 76
----- RNC -----									
35	0,25 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	0,25	F	0	76	2° +	F	1	0 76
36	0,50 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	0,50	F	0	76	2° +	F	1	0 76
37	0,75 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	0,75	F	0	76	2° +	F	1	0 76
38	1,00 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	1,00	F	0	76	2° +	F	1	0 76
39	1,50 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	1,50	F	0	76	2° +	F	1	0 76
40	0,25 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	0,25	F	25	76	2° +	F	1	25 76
41	0,50 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	0,50	F	25	76	2° +	F	1	25 76
42	0,75 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	0,75	F	25	76	2° +	F	1	25 76
43	1,00 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	1,00	F	25	76	2° +	F	1	25 76
44	1,50 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	1,50	F	25	76	2° +	F	1	25 76

^{1/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{2/}Área: AT = calcário aplicado em área total e F = calcário aplicado em uma faixa de 1/3 do espaçamento entre as fileiras, sendo metade de cada lado da fileira; ^{3/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{4/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{5/}SR = sem reposição de calcário; RPP = reposição da mesma calagem (calcário+gesso) em doses proporcionais às do plantio; RNC = reposição da calagem de 1,0 NC; ^{6/}Ano: 3° ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2° +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos; ^{7/}Área: AT = reposição da calagem em 100 % da área e F = reposição da calagem na faixa efetiva (sob a copa, aproximadamente em sua projeção).

Para a caracterização inicial do solo, amostras das camadas de 0 a 20, e de 20 a 40 cm foram coletadas e analisadas por meio dos métodos usuais de rotina (Lopes & Alvarez V., 1999) utilizados nos laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (Quadro 2).

Quadro 2. Características químicas, físicas, físico-química e mineralógicas de amostras do solo (Latossolo Vermelho-Amarelo) antes da instalação do experimento

Prof.	pH _{H2O} ^{1/}	pH _{KCl} ^{2/}	ΔpH ^{3/}	P ^{4/}	K ^{4/}	Ca ^{2+ 5/}	Mg ^{2+ 5/}	Al ^{3+ 5/}	H+Al ^{6/}	SB	t	m	P-rem ^{7/}
cm				mg/dm ³		----- cmol _c /dm ³ -----						%	mg/L
0 - 20	5,00	4,43	-0,57	0,2	19	0,10	0,10	0,70	4,5	0,24	0,94	74,3	3,2
20 - 40	5,10	4,60	-0,50	0,0	12	0,10	0,10	0,30	3,6	0,24	0,54	55,7	3,4

Prof.	AG ^{8/}	AF ^{8/}	Silte ^{8/}	Argila ^{8/}	Classe ^{9/}	CC ^{10/}	DS ^{10/}	DP ^{10/}
--- cm ---	----- % -----					dag/kg	----- kg/dm ³ -----	
0 - 20	7	5	17	71	MA	33	0,99	2,63
20 - 40	8	5	13	74	MA	31	0,98	2,67

Prof.	MO ^{11/}	SiO ₂ ^{12/}	Al ₂ O ₃ ^{12/}	Fe ₂ O ₃ ^{12/}	TiO ₂ ^{12/}	Ki ^{13/}	Mineral ^{14/}
-- cm --	----- dag/kg -----						
0 - 20	4,88	11,46	19,0	9,3	1,1	1,02	Ka>Gb~Gt
20 - 40	2,62	10,14	23,3	10,0	1,3	0,74	Ka>Gb>Gt

^{1/}pH em água na relação 1:2,5 (Defelipo & Ribeiro, 1996); ^{2/}pH em KCl 1 mol/L relação 1:2,5 (Raij, 1987); ^{3/}(pH em KCl - pH em H₂O); ^{4/}Extrator Mehlich-1 (Defelipo & Ribeiro, 1996); ^{5/}Extrator KCl, 1 mol/L (Defelipo & Ribeiro, 1996) ^{6/}Extrator = Acetato de cálcio 0,5 mol/L, pH 7,0 (Defelipo & Ribeiro, 1996); ^{7/}P-remanescente = concentração de fósforo da solução de equilíbrio, após agitar durante 5 min, 5 cm³ de TFSA com 50 mL de solução de CaCl₂ 0,01 mol/L, contendo 60 mg/L de P e decantação por 16 h (Alvarez V. et al., 2000); ^{8/}Areia Grossa (AG) e Areia Fina (AF) Método da pipeta (Embrapa, 1997); ^{9/}MA - muito argiloso; ^{10/}Capacidade de Campo (CC), Densidade do Solo (DS) e Densidade de Partícula (DP) (Embrapa, 1997); ^{11/}Matéria Orgânica (MO) = CO × 1,724, Método - Walkley & Black (Defelipo e Ribeiro, 1996); ^{12/}Ataque sulfúrico (Embrapa, 1997); ^{13/}SiO₂/Al₂O₃; ^{14/}Minerais predominantes na fração argila; Ka - caulinita; Gb - gibbsita; Gt - goethita;

Fonte: Baldotto (2003)

O cálculo da necessidade de calagem (NC) foi efetuado pela fórmula:

$$NC_{(t/ha)} = Y \times [Al^{3+} - (m_t \times t/100)] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] \quad (\text{Alvarez V. \& Ribeiro, 1999a}).$$

A quantidade de calcário (QC) aplicada por ocasião do plantio ou para as reposições nos anos seguintes foi calculada pela fórmula:

$$QC_{(t/ha)} = NC \times (S/100) \times (P/20) \times (100/PRNT), \text{ em que}$$

S = porcentagem da área em que se aplicou calcário (100 % para área total; para faixa foram considerados 33 % em novembro 1998 para pré-plantio, e para as reposições dos anos seguintes, 33 % de 2000 a 2002, 40 % em 2003 e 60 % em 2004). As proporções foram estabelecidas de acordo com o crescimento das plantas e

aplicadas sob a projeção da copa, ou seja, embaixo da saia do cafeeiro. P = profundidade de incorporação, tanto nos tratamentos que receberam calcário em área total como em faixa, foram considerados, somente para efeito de cálculo para estimar o volume do solo, 20 cm na aplicação inicial de tratamentos (1998), 5 cm no segundo ano (2000) e 7 cm nas reposições dos anos seguintes (2001 até 2004).

Na aplicação dos tratamentos, o calcário e o gesso (Quadro 3) foram aplicados a lanço em novembro de 1998, metade da dose antes da aração e metade após a aração, anteriormente à última gradagem. Nas covas com 40 x 40 x 40 cm, que também receberam calcário ou calcário e gesso, a quantidade aplicada foi calculada para corrigir o volume adicional da cova não corrigido pela calagem feita anteriormente, e proporcional às doses que foram utilizadas nesta calagem, ou seja, de acordo com os tratamentos (Quadro 1).

Quadro 3. Características do calcário e do gesso utilizados no experimento

Material	PN	RE	PRNT	CaO	MgO	S
Calcário	-----% -----			----- g/kg -----		
Área Total ^{1/}	78,0	83,6	65,2	321	132	-
Faixa ^{2/}	78,9	96,7	76,3	327	134	-
Gesso	-	-	-	252 ^{3/}	-	155

^{1/}Área Total = Aplicação em área total; ^{2/}Faixa = aplicação em faixa ^{3/}Fonte: Alvarez V. et al. (1999b)

Fonte: Adaptado de Baldotto (2003)

O cafeeiro, variedade Catuaí Amarelo, cultivar Topázio 1190, foi plantado em março de 1999. Após replantio e devido à morte e falta de uniformidade entre plantas, decidiu-se por fazer um novo plantio em março de 2000.

A adubação NPK e as práticas culturais que não constituem objeto deste estudo foram os fatores controlados mantidos constantes. Os fertilizantes utilizados foram: uréia, fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio. As doses, parceladas em três aplicações na estação chuvosa, seguiram as recomendações de Guimarães et al. (1999), de acordo com as sugestões de adubação para cada estágio de desenvolvimento do cafeeiro. Em todos os anos realizaram-se as práticas de manejo usuais para a cultura na região de Patrocínio, como controle de pragas e doenças e manejo da plantas invasoras.

O experimento foi conduzido durante cinco anos, a partir do novo plantio em março de 2000 até a última colheita, em julho de 2005. Foram realizadas quatro

colheitas, sempre no mês de julho, a primeira em 2002, até a quarta, em 2005. A produtividade do café foi avaliada em sacos de café beneficiado por hectare. Para os anos 1998 até 2002, os dados, de produtividade e das análises de solo e de planta foram obtidos e avaliados por Baldotto (2003).

Fez-se a amostragem de solos na camada de 0 a 20 cm em outubro de 2000 e 2001; 0 a 5 cm, 5 a 20 cm e de 20 a 40 cm em setembro de 2003 e de 0 a 5 cm, 5 a 25 cm e de 25 a 50 cm em setembro de 2003 e 2004, e em maio de 2005 para caracterização final do solo. Em cada parcela, para cada camada amostrada, foram retiradas 16 amostras simples (embaixo da saia do cafeeiro), resultando uma amostra composta. Determinou-se pH em água (1:2,5), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} (KCl, 1 mol/L), H+Al ($\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 0,5 mol/L, pH 7), P e K extrator Mehlich-1, e P-remanescente (concentração de fósforo da solução de equilíbrio, após agitação durante 5 min de 5 cm³ de TFSA com 50 mL de solução de CaCl_2 0,01 mol/L, contendo 60 mg/L de P e decantação por 16 h).

O cálculo da NC, para a reposição nos anos seguintes, foi feito com a média aritmética dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} e da CTC efetiva (t), dos três primeiros tratamentos de cada manejo (em área total foram as doses de 0,4; 0,8 e 1,2 NC e em faixa de 0,25; 0,50 e 0,75 NC), e da camada de 0 a 20 cm para 2000 até 2003 e de 0 a 25 cm para 2004.

As amostras foliares foram coletadas em janeiro de 2003, 2004 e de 2005 quando o cafeeiro estava em estágio de “chumbinho”, retirando-se os 3° ou 4° pares de folhas, a partir do ápice de ramos produtivos, em altura mediana na planta (Martinez et al., 1999). Foi realizada a mineralização da matéria seca foliar por digestão nítrico-perclórica e determinados os teores de P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe e B.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, ao desdobramento dos efeitos dos manejos por contrastes (Quadro 4) e análise de regressão das variáveis de resposta em função das doses de calcário estudadas, conforme o manejo em área total ou em faixa.

Quadro 4. Coeficientes dos contrastes definidos para a comparação dos manejos

Tratamentos	Contrastes										
	Ortogonais							Adicionais			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C _{A1}	C _{A2}	C _{A3}	C _{A4}
CATSR	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
CGATSR	-1	-2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CGATRPP	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
CGATRNC	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CFRPP	1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0
CGFRPP	1	0	0	0	-1	1	0	0	-1	0	0
CFRNC	1	0	0	0	1	0	-1	1	0	0	0
CGFRNC	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
5 1,6 AT G 0 65 SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
22 1,6 AT G 0 76 SR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15 1,6 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
23 1,6 AT G 25 76 3° RPP G 25 76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

CATSR (calagem, em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem). C₁ = Calagem em Área total vs Faixa; C₂ = CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC; C₃ = CGATRPP vs CGATRNC; C₄ = CATSR vs CGATSR; C₅ = CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC; C₆ = CFRPP vs CGFRPP; C₇ = CFRNC vs CGFRNC; C_{A1} = CFRPP vs CFRNC; C_{A2} = CGFRPP vs CGFRNC; C_{A3} = PRNT 1,6 NC d/ CATSR; C_{A4} = PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP.

As estimativas dos contrastes e os coeficientes de regressão foram testados pelo teste F, aos níveis de 5,0 e 1,0 % e de 10,0; 5,0 e 1,0 % respectivamente.

Os modelos testados para as variáveis em estudo (pH, Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo e Ca e Mg na folha) foram: linear, raiz quadrático, cúbico base raiz quadrada, quadrático e cúbico.

As equações de regressão para produtividade de café beneficiado em função das doses de calcário (NC) e manejo foram utilizadas para determinação da dose de máxima eficiência econômica (\hat{y}_{MEE}) pelo critério de capital ilimitado (Alvarez V., 1985). Por este critério procurou-se otimizar o lucro por unidade de superfície, mas com a condição de otimização do uso de calcário e gesso. Deste modo, levou-se em consideração, o custo do calcário ou calcário e gesso (R\$/NC) mais transporte, aplicação, taxas e seguros, e para o café considerou-se o preço de venda (R\$/sc) menos os custos de colheita e comercialização.

Para obter as doses correspondentes à máxima eficiência econômica (NC_{MEE}) igualou-se a primeira derivada das equações de regressão para

produtividade de café à relação entre preço do calcário ou calcário e gesso (R\$/NC) e preço do café (R\$/sc), para uma vez a necessidade de calagem. Essas doses (NC_{MEE}) foram substituídas nas equações de regressão para pH, Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo e Ca e Mg na folha e obtiveram-se os valores MEE para produção ($Prod_{MEE}$) e os teores relacionados a MEE (pH_{MEE} , Al^{3+}_{MEE} , Ca^{2+}_{MEE} , Mg^{2+}_{MEE} , Ca_{MEE} e Mg_{MEE}).

Para o cálculo do preço do calcário e gesso, já com despesas de frete, considerou-se de 1998 a 2002 o valor de R\$ 50,00 a tonelada de calcário; em 2003 o preço foi R\$ 55,00; e em 2004 o preço foi R\$ 60,00. Em todos os anos o preço do gesso, também incluindo as despesas de frete, foi de R\$ 20,00 a tonelada. Foram acrescidos 30 % pela aplicação, taxas e seguros.

Para o preço do café pago ao produtor, por saca, foram considerados, em média, para 2002, 2003, 2004 e 2005 os valores de R\$ 116,0; 146,0; 188,0 e 245,00 respectivamente, descontando-se os custos de colheita e comercialização, de 60 % em 2002, 40 % para 2003, 60 % para 2004 e 30 % para 2005. Para o primeiro biênio foi feita a média aritmética ponderada do preço do café pela produtividade média de 2002 e de 2003. O mesmo foi feito para o segundo biênio, produtividade 2004 e de 2005, e para o preço médio foram consideradas as quatro colheitas.

Considerando a calagem como investimento, decidiu-se pela amortização dividida em 25 % para cada colheita.

Com as equações de regressão de Ca^{2+} e de Mg^{2+} em função da necessidade de calagem (NC), obtiveram-se as suas declividades ($(cmol_e/dm^3)/NC$). Essas declividades foram utilizadas para estimar o teor do nutriente recuperado, considerando uma unidade de necessidade de calagem ($x = 1 NC$) e, então, relacionadas com as quantidades aplicadas de cada nutriente, estimadas pelos teores destes nutrientes no calcário e no gesso usados no experimento, resultando assim nas taxas de recuperação, pelo extrator KCl 1 mol/L, de Ca^{2+} e de Mg^{2+} adicionados no solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade do Café

Os dados para a primeira colheita de café (produtividade de 2002) indicam que, em média, não houve diferença significativa, entre as formas de aplicação de calcário em área total ou em faixa. As médias de produtividade de café beneficiado em área total e em faixa foram de 19,9 e 20,9 sc/ha, com incremento sobre a testemunha de 203,7 % e 156,5 % para área total e faixa, respectivamente (Baldotto, 2003).

Para as outras três colheitas, os incrementos foram menores. Os incrementos para a segunda, terceira e quarta colheita foram, respectivamente, de 34,35; 75,44 e 42,11 % nas aplicações em área total e de 29,34; 54,50 e 51,67 % em faixa (Quadro 5). Bolívar (1993), em experimento conduzido em campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, encontrou incremento de 36 % quando se comparou a média de produtividade da aplicação das combinações da mistura calcário e gesso com a testemunha.

Foi observado que nas aplicações de calcário em área total em relação à faixa ocorreram maiores incrementos sobre a testemunha, nas produtividades de 2003 e 2004. Em 2005 foram evidenciados o efeito das reaplicações de calcário em faixa, com maior produtividade. O uso de calagem, tanto em aplicações em área total ou faixa, promoveu efeitos positivos, elevando a produtividade de café em relação à testemunha (Quadro 5).

Quadro 5. Produtividade de café beneficiado em média para doses, de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, para a segunda, terceira e quarta colheita, e média do primeiro e segundo biênios e dos dois biênios

Manejo	Produtividade ^{1/}					Média ^{1/}
	2 ^a Colheita (2003)	1 ^o Biênio ^{1/}	3 ^a Colheita (2004)	4 ^a Colheita (2005)	2 ^o Biênio ^{1/}	
----- sc/ha -----						
Área Total						
Testemunha	30,19	18,43	12,38	33,48	22,93	20,68
1 CATSR	41,17 ^{2/}	27,62	20,72	48,51	34,61	31,12
2 CGATSR	40,46	29,01	22,05	48,51	35,28	32,14
3 CGATRPP	41,22	29,81	22,04	45,54	33,79	31,80
4 CGATRNC	39,40	28,77	22,07	47,78	34,92	31,85
<i>Média Geral</i>	40,56 ^{3/}	28,80	21,72	47,58	34,65	31,73
Faixa						
Testemunha	29,28	18,84	15,10	29,59	22,35	20,59
5 CFRPP	37,61 ^{2/}	27,99	23,26	44,79	34,03	31,01
6 CGFRPP	37,69	28,43	22,41	44,38	33,40	30,91
7 CFRNC	38,50	29,62	22,93	46,63	34,78	32,20
8 CGFRNC	37,69	28,94	24,71	43,72	34,22	31,58
<i>Média Geral</i>	37,87 ^{3/}	28,74	23,33	44,88	34,10	31,42

^{1/}Produtividade de café beneficiado, Primeiro biênio = média das colheitas de 2002 e 2003; Segundo biênio = média das colheitas de 2004 e 2005 e Produtividade média = média das quatro colheitas. ^{2/}Média por manejo (das cinco doses) incluindo a testemunha; ^{3/}Médias das médias dos quatro manejos. CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

No contraste de área total vs faixa (C₁), verifica-se que, para a produtividade de 2003, em média, a aplicação de calcário em área total proporcionou maior produtividade de café que a aplicação em faixa, devido as maiores doses de calcário aplicadas em área total com até 2,4 a necessidade de calagem (NC) em relação à faixa com até 1,5 NC. Já para as colheitas de 2004 e 2005, não houve diferença em produtividade, entre as formas de aplicação de calcário em área total ou em faixa (Quadro 6).

Quadro 6. Contrastes médios e suas significâncias para produtividade de café beneficiado, de acordo com a dose e manejo da calagem ou da calagem e gessagem, para a segunda, terceira e quarta colheita, para o primeiro e segundo e dos dois biênios

Contrastes	Contrastes Médios ^{1/}					
	2ª Colheita (2003)	1º Biênio ^{1/}	3ª Colheita (2004)	4ª Colheita (2005)	2º Biênio ^{2/}	Média ^{3/}
	----- sc/ha -----					
C ₁ Área total vs Faixa	-2,691*	-0,058	1,607	-2,703	-0,548	-0,303
C ₂ CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	-0,150	0,281	0,003	-1,850	-0,923	-0,321
C ₃ CGATRPP vs CGATRNC	-1,811	-1,038	0,022	2,238	1,130	0,046
C ₄ CATSR vs CGATSR	-0,704	1,384	1,338	0,006	0,672	1,028
C ₅ CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	0,447	1,067	0,988	0,588	0,788	0,927
C ₆ CFRPP vs CGFRPP	0,086	0,442	-0,854	-0,409	-0,632	-0,095
C ₇ CFRNC vs CGFRNC	-0,803	-0,679	1,781	-2,913	-0,566	-0,622
C _{A1} CFRPP vs CFRNC	0,891	1,627	-0,330	1,840	0,755	1,191
C _{A2} CGFRPP vs CGFRNC	0,002	0,507	2,306	-0,664	0,821	0,664

^{1/}Contrastes médios, Primeiro biênio = média das colheitas de 2002 e 2003; Segundo biênio = média das colheitas de 2004 e 2005 e média das quatro colheitas.; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Em 2002 e 2004, observa-se tendência de que as produções foram menores quando se aplicou calcário em área total em relação à aplicação em faixa. Entretanto, para 2003 e 2005 ocorreu o contrário, ou seja, as produções tenderam a ser maiores quando se aplicou calcário em área total. Estas médias resultaram em produtividades que não se diferenciaram, em média, no primeiro e segundo biênio e na produtividade média (C₁), entre as formas de aplicação de calcário em área total e faixa (Quadro 6).

Conforme verificado por Baldotto (2003), neste mesmo experimento, no ano de 2002, os demais fatores em estudo, uso de gesso, reatividade do calcário e reposição da calagem, bem como os manejos, em média, não se diferenciaram quanto às produtividades. Todavia, vale ressaltar, que outros trabalhos (Chaves et al., 1984; Bolívar, 1993; Guimarães, 1992) relataram efeitos favoráveis do gesso na produtividade do cafeeiro. Em São Sebastião do Paraíso-MG, um ensaio com cafeeiros instalado em Latossolo Vermelho, Guimarães (1992) testou quatro doses de calcário (0; 0,75; 1,50 e 3,0 t/ha), em quantidade equivalente de Ca, combinadas com três doses de gesso (0; 1,20 e 2,58 t/ha), aplicadas em área total, antes do plantio. Os resultados médios de sete produtividades mostraram que na dose de calcário correspondente à necessidade de calagem (1,50 t/ha) a produtividade de café

aumentou de 28,01 sc/ha (sem gesso) para 46,25 sc/ha (com 2,58 t/ha de gesso), ou seja, um incremento de 65,1 %, correspondente, basicamente, ao efeito do SO_4^{2-} . Nesse trabalho do cafeeiro ao gesso foi mais expressiva que ao calcário, pois a aplicação isolada de 1,29 t/ha de gesso elevou a produtividade em 17,36 sc/ha, enquanto a aplicação isolada de 3 t/ha de calcário, elevou-a em apenas 8,2 sc/ha em relação à testemunha.

A média geral para a produtividade dos quatro anos, dos tratamentos que receberam calagem em área total, foi 31,73 sc/ha de café beneficiado e na testemunha, a produtividade foi 20,68 sc/ha (incremento de 53,43 %). A média, para os tratamentos que receberam aplicações de calcário em faixa, foi de 31,42 sc/ha e de 20,59 sc/ha para a testemunha, (incremento de 52,60 %) (Quadro 5). Mesmo não havendo diferença significativa entre as duas estratégias de manejo, a produtividade pode ser considerada boa, uma vez que nesse mesmo período a produtividade média brasileira foi de 19,75 sc/ha e a média da região onde foi realizado o trabalho foi de 27,83 sc/ha (Conab, 2007).

Quando se comparam as produtividades, média dos manejos, para a aplicação de calcário em área total em relação à sua aplicação em faixa, para os dois biênios e a produtividade total (média dos quatro anos), observa-se diferenças de 0,06; 0,55 e 0,31 sc/ha, não significativas (C_1) (Quadro 6). Segundo Baldotto (2003), apesar de diferentes manejos, em média, convergirem para produtividades semelhantes, deve ser considerado o custo da calagem aplicada em faixa, com média de preços igual a R\$/NC 111,0, e em área total de R\$/NC 177,0 incremento de 59 %.

As equações de regressão para as produtividades de 2003, 2004 e 2005 (Quadro 7) e para os biênios e produtividade média dos quatro anos (total) (Quadro 8), em função das doses de calcário (NC), apresentaram bons ajustes. Bolívar (1993) encontrou aumento linear da produtividade de acordo com as doses de gesso. Contrariamente, no presente trabalho, a resposta da produtividade de café às doses de calcário ou calcário e gesso, apresentou curvatura significativa.

Quadro 7. Equações de regressão para produtividade de café beneficiado, em função da necessidade de calagem de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, para a segunda, terceira e quarta colheita

Manejo	Equação	R ²
2º Colheita (2003)		
CATSR	$\hat{y} = 30,38 + 43,2937^{***} x^{0,5} - 26,6644^{***} x$	0,969
CGATSR	$\hat{y} = 29,93 + 21,8839^{\circ} x^{0,5} - 8,7118^{(0,2273)} x$	0,814
CGARRPP	$\hat{y} = 30,58 + 15,4560^{*} x - 3,3271^{(0,2671)} x^2$	0,824
CGATRNC	$\hat{y} = 29,42 + 14,6285^{\circ} x - 3,1964^{(0,2862)} x^2$	0,947
CFRPP	$\hat{y} = 29,58 + 28,7921^{*} x^{0,5} - 18,8968^{\Delta} x$	0,936
CGFRPP	$\hat{y} = 29,46 + 12,3501^{***} x$	0,895
CFRNC	$\hat{y} = 29,16 + 28,6847^{*} x^{0,5} - 16,821^{\Delta} x$	0,921
CGRNC	$\hat{y} = 29,72 + 24,1657^{\circ} x^{0,5} - 13,9994^{(0,2252)} x$	0,900
3º Colheita (2004)		
CATSR	$\hat{y} = 12,26 + 14,8543^{\circ} x - 4,1982^{(0,2843)} x^2$	0,854
CGATSR	$\hat{y} = 12,54 - 46,1996^{\Delta} x^{0,5} + 110,9590^{\circ} x - 50,0806^{*} x^{1,5}$	0,935
CGARRPP	$\hat{y} = 10,76 + 20,6788^{*} x - 6,1203^{\circ} x^2$	0,773
CGATRNC	$\hat{y} = 12,53 + 19,4579^{*} x - 6,3725^{\circ} x^2$	0,980
CFRPP	$\hat{y} = 15,83 + 28,7973^{*} x - 17,1187^{*} x^2$	0,907
CGFRPP	$\hat{y} = 14,90 + 38,8199^{*} x^{0,5} - 30,4471^{*} x$	0,938
CFRNC	$\hat{y} = 15,21 + 34,0103^{*} x^{0,5} - 24,9579^{\circ} x$	0,683
CGRNC	$\hat{y} = 14,55 + 29,7787^{*} x - 14,0984^{\circ} x^2$	0,963
4º Colheita (2005)		
CATSR	$\hat{y} = 33,46 + 37,3453^{*} x^{0,5} - 17,6165^{\Delta} x$	0,998
CGATSR	$\hat{y} = 33,85 + 25,9415^{*} x - 7,3906^{\Delta} x^2$	0,537
CGARRPP	$\hat{y} = 32,83 + 37,4811^{**} x - 15,4955^{**} x^2$	0,821
CGATRNC	$\hat{y} = 33,77 + 36,3183^{\circ} x^{0,5} - 17,7189^{\Delta} x$	0,912
CFRPP	$\hat{y} = 31,36 + 53,1052^{*} x^{0,5} - 36,9177^{*} x$	0,691
CGFRPP	$\hat{y} = 30,89 + 34,0562^{\circ} x - 13,4006^{(0,2761)} x^2$	0,935
CFRNC	$\hat{y} = 29,05 + 56,1909^{*} x^{0,5} - 34,0050^{\circ} x$	0,920
CGRNC	$\hat{y} = 31,31 + 38,7446^{*} x - 19,5257^{\Delta} x^2$	0,933

() = valor da significância do coeficiente da equação, Δ , $^{\circ}$, * , ** , *** = significativo a 20,0; 10,0; 5,0, 1,0 e 0,1 %; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGARRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Quadro 8. Equações de regressão para produtividade de café beneficiado, em função da necessidade de calagem de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, para o primeiro e segundo biênio e para a produtividade total

Manejo	Equação	R ²
1º Biênio (soma da produtividade de 2002 e 2003)		
CATSR	$\hat{y} = 38,86 + 95,7032^{**} x - 90,2730^{**} x^2 + 21,7125^{**} x^3$	0,892
CGATSR	$\hat{y} = 36,48 + 56,0758^{***} x^{0,5} - 27,4441^{**} x$	0,993
CGARRPP	$\hat{y} = 36,26 + 43,7281^{***} x - 13,2314^{**} x^2$	0,984
CGATRNC	$\hat{y} = 36,20 + 38,7414^{***} x - 11,3532^{**} x^2$	0,980
CFRPP	$\hat{y} = 37,79 + 51,1386^{*} x^{0,5} - 27,6696^{\circ} x$	0,981
CGFRPP	$\hat{y} = 37,49 + 49,7823^{**} x - 20,0940^{\circ} x^2$	0,844
CFRNC	$\hat{y} = 37,56 + 75,2704^{***} x^{0,5} - 48,3722^{**} x$	0,981
CGFRNC	$\hat{y} = 37,90 + 115,0220^{**} x - 148,2540^{*} x^2 + 54,9503^{\circ} x^3$	0,966
2º Biênio (soma da produtividade de 2004 e 2005)		
CATSR	$\hat{y} = 45,18 + 51,7710^{**} x^{0,5} - 21,4397^{\circ} x$	0,960
CGATSR	$\hat{y} = 45,36 - 44,1897 x^{0,5} + 147,9100^{\circ} x - 69,1822^{*} x^{1,5}$	0,874
CGARRPP	$\hat{y} = 45,78 - 59,5796 x^{0,5} + 187,9320^{*} x - 93,2110^{*} x^{1,5}$	0,994
CGATRNC	$\hat{y} = 45,51 + 58,1120^{**} x^{0,5} - 26,5503^{*} x$	0,988
CFRPP	$\hat{y} = 45,83 + 84,5782^{***} x^{0,5} - 57,5368^{**} x$	0,936
CGFRPP	$\hat{y} = 44,31 + 65,3486^{**} x^{0,5} - 36,5009^{\circ} x$	0,987
CFRNC	$\hat{y} = 44,59 + 152,2060^{**} x - 188,8240^{*} x^2 + 64,7869^{\circ} x^3$	1,000
CGFRNC	$\hat{y} = 45,87 + 68,5232^{**} x - 33,6241^{*} x^2$	0,992
Produtividade total (soma das produtividades dos quatro anos)		
CATSR	$\hat{y} = 84,48 + 164,8900^{***} x - 136,5190^{**} x^2 + 30,9673^{*} x^3$	0,968
CGATSR	$\hat{y} = 84,66 + 89,7380^{***} x - 29,4330^{***} x^2$	0,928
CGARRPP	$\hat{y} = 82,78 - 85,6795 x^{0,5} + 294,5670^{*} x - 143,6680^{**} x^{1,5}$	0,998
CGATRNC	$\hat{y} = 86,23 + 80,3470^{***} x - 25,3135^{***} x^2$	0,967
CFRPP	$\hat{y} = 83,62 + 135,7170^{***} x^{0,5} - 85,2064^{**} x$	0,975
CGFRPP	$\hat{y} = 80,67 + 100,0640^{**} x^{0,5} - 43,043^{\Delta} x$	0,918
CFRNC	$\hat{y} = 83,29 + 267,3830^{***} x - 322,6620^{**} x^2 + 108,2460^{*} x^3$	0,992
CGRNC	$\hat{y} = 81,53 + 117,4320^{***} x^{0,5} - 59,0141^{*} x$	0,982

^Δ, 0, *, **, *** = significativo a 20,0; 10,0; 5,0, 1,0 e 0,1 %; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGARRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

4.2 Doses de Máxima Eficiência Econômica

As doses recomendadas, para cada manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em média, não resultaram em produtividades de café que diferenciassem as formas de manejo. Entretanto, apesar de diferentes manejos, em média, convergirem para produtividades semelhantes, deve ser considerada a onerosidade das aplicações de calcário em área total (média dos preços igual a R\$/NC 514,48); realizadas com doses maiores, aplicadas na instalação, o que acarretaria maior volume de capital em um só momento, ao contrário do manejo em faixa (média dos preços igual a R\$/NC 288,74). Houve incremento de 78,18 % na média dos custos da NC em área total, sobre a média dos custos da NC em faixa, nas quatro amortizações (Quadro 9).

Quadro 9. Preço do calcário ou calcário e gesso e preço do café, para uma vez a necessidade de calagem, de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, para os anos de 2003, 2004 e 2005, para os biênios e para o total

Manejo	Preço do calcário ou calcário e gesso					Total ^{1/}
	2003	1ºBiênio	2004	2005	2ºBiênio	
-----R\$/NC-----						
1 CATSR	105,75	211,50	116,33	126,90	243,23	454,73
2 CGATSR	112,62	225,25	123,20	133,77	256,97	482,22
3 CGATRPP	130,93	259,68	140,82	152,90	293,72	553,40
4 CGATRNC	134,58	266,53	144,33	156,71	301,04	567,57
<i>Média Geral</i>	<i>120,97^{2/}</i>	<i>240,74</i>	<i>131,17</i>	<i>142,57</i>	<i>273,74</i>	<i>514,48</i>
5 CFRPP	51,04	93,73	74,22	100,80	175,02	268,75
6 CGFRPP	59,36	107,33	86,21	117,93	204,13	311,47
7 CFRNC	48,90	90,29	71,57	99,36	170,93	261,23
8 CGFRNC	59,92	108,92	86,68	117,92	204,60	313,53
<i>Média Geral</i>	<i>54,80^{2/}</i>	<i>100,07</i>	<i>79,67</i>	<i>109,00</i>	<i>188,67</i>	<i>288,74</i>
-----Preço café-----						
-----R\$/sc-----						
	2003	1ºBiênio	2004	2005	2ºBiênio	Médio ^{1/}
	87,60	74,09	75,20	171,50	139,62	109,75

^{1/}Total = soma dos dois biênios e Médio = média ponderada do preço do café pela produtividade média das quatro colheitas;

^{2/}Médias das médias dos quatro manejos; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Os resultados, das recomendações de doses e produtividades de máxima eficiência econômica (Quadros 10 e 11), o custo total (R\$/ha), o retorno líquido

anual pela calagem (R\$/ha) e a relação retorno/custo (Quadro 11) indicam que o manejo da calagem e gessagem em área total com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGATRPP) apresentou maior incremento de produção em relação à testemunha, de 88,25 % e retorno líquido anual pela calagem, com valor de R\$/ha 1.812,15; todavia, devido às aplicações de maiores doses de calcário e gesso, este manejo apresentou maior custo total, no valor de R\$/ha 763,14. E o manejo que apresentou menor custo total foi o da calagem em faixa de acordo com doses proporcionais às de plantio (CFRPP): R\$/ha 160,98; todavia, apresentou retorno líquido anual pela calagem, no valor de R\$/ha 1.475,95 e incremento de produção em relação à testemunha de 67,10 % (Quadro 11).

Quadro 10. Dose recomendada de calcário e produtividade de café, correspondentes à máxima eficiência econômica (MEE), pelo critério de capital ilimitado

Manejo	Dose MEE					Total ^{2/}
	2003	1° Biênio	2004	2005	2° Biênio	
----- NC -----						
1 CATSR	0,603	0,682	1,585	1,035	1,247	0,814
2 CGATSR	1,198	0,846	1,437	1,702	1,526	1,450
3 CGATRPP	2,098	1,520	1,536	1,181	1,306	1,379
4 CGATRNC	2,048	1,548	1,376	0,950	1,025	1,485
<i>Média Geral</i>	<i>1,487^{1/}</i>	<i>1,149</i>	<i>1,484</i>	<i>1,217</i>	<i>1,276</i>	<i>1,282</i>
5 CFRPP	0,546	0,781	0,812	0,501	0,517	0,599
6 CGFRPP	0,895	1,203	0,377	1,245	0,741	1,189
7 CFRNC	0,681	0,576	0,431	0,660	0,563	0,580
8 CGFRNC	0,677	0,553	1,015	0,975	0,997	0,901
<i>Média Geral</i>	<i>0,700^{1/}</i>	<i>0,778</i>	<i>0,659</i>	<i>0,845</i>	<i>0,705</i>	<i>0,817</i>
----- Produtividade MEE -----						
----- sc/ha -----						
1 CATSR	47,92	69,03	25,26	53,22	76,26	144,95
2 CGATSR	43,45	64,84	30,34	56,59	86,07	152,90
3 CGATRPP	48,36	72,16	28,08	55,48	84,01	155,72
4 CGATRNC	45,97	68,97	27,24	52,34	77,13	149,72
<i>Média Geral</i>	<i>46,43^{1/}</i>	<i>68,75</i>	<i>27,73</i>	<i>54,41</i>	<i>80,87</i>	<i>150,82</i>
5 CFRPP	40,54	61,37	27,93	50,45	76,90	137,62
6 CGFRPP	40,68	68,30	27,26	52,52	73,52	138,60
7 CFRNC	41,38	66,82	26,78	52,26	81,99	150,95
8 CGFRNC	40,13	65,46	30,25	50,52	80,77	139,82
<i>Média Geral</i>	<i>40,68^{1/}</i>	<i>65,49</i>	<i>28,05</i>	<i>51,44</i>	<i>78,29</i>	<i>141,75</i>

^{1/}Médias das médias dos quatro manejos; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Quadro 11. Dose recomendada, custo de aplicação de calcário, produtividade total para máxima eficiência econômica e retorno líquido anual pela calagem de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro

Manejo	Dose recomendada		Custo		Prod. total de MEE	Δ Prod.	Preço ^{2/}	Retorno ^{3/}	Retorno líquido anual ^{4/}	Relação Ret/custo ^{5/}
	Implant. lavoura	Rep.	Calagem ou calagem e gessagem	Total ^{1/}						
	----- NC -----		----- R\$/ha -----	-----	sc/ha	%	----- sc/ha -----		R\$/ha	
Testemunha	-	-	-	-	82,72	-	0,00	-	-	-
1 CATSR	0,814	-	454,73	370,15	144,95	75,23	3,37	58,86	1.614,90	4,36
2 CGATSR	1,450	-	482,22	699,22	152,90	84,84	6,37	63,81	1.750,76	2,50
3 CGATRPP	1,379	1,379	553,40	763,14	155,72	88,25	6,95	66,05	1.812,15	2,37
4 CGATRNC	1,485	1,000	567,57	567,57	149,72	81,00	5,17	61,83	1.696,42	2,99
Testemunha	-	-	-	-	82,36	-	0,00	-	-	-
5 CFRPP	0,599	0,599	268,75	160,98	137,62	67,10	1,47	53,79	1.475,95	9,17
6 CGFRPP	1,189	1,189	311,47	370,34	138,60	68,29	3,37	52,87	1.450,50	3,92
7 CFRNC	0,580	1,000	261,23	261,23	150,95	83,28	2,38	66,21	1.816,63	6,95
8 CGFRNC	0,901	1,000	313,53	313,53	139,82	69,77	2,86	54,60	1.498,18	4,78

^{1/}Custo total = custo da calagem ou calagem e gessagem \times NC; ^{2/}Preço = custo total/preço médio do café (R\$/sc 109,75); ^{3/}Retorno = (produtividade total - testemunha - preço); ^{4/}Retorno líquido anual = (retorno \times preço médio do café (R\$/sc 109,75))/4; ^{5/}Relação retorno/custo = retorno líquido anual/custo total; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Dentre as produtividades de MEE, de acordo com os manejos em área total, a maior produtividade foi obtida pelo manejo da calagem e da gessagem, com dose de 1,379 NC na instalação da lavoura, com reposição no terceiro ano da dose de 1,379 NC (CGATRPP) indicada pela análise de solo. Esse manejo também apresentou um custo de R\$/NC 553,40, que resultou em custo total de R\$/ha 763,14; ou seja, 6,95 sc/ha, apesar do retorno líquido anual ser o maior de R\$/ha 1.812,15 (66,05 sc/ha) apresentou menor relação retorno/custo de 2,37. Em faixa, a maior produtividade foi obtida pelo manejo da calagem, com dose de 0,580 NC na instalação da lavoura, sem uso de gesso e com reposição a partir do segundo ano da dose de 1,0 NC (CFRNC). Esse manejo apresentou custo de R\$/NC 261,23; que resultou em custo total de R\$/ha 261,23 (2,38 sc/ha), o incremento de produção em relação à testemunha foi de 83,28 % e retorno líquido anual pela calagem de R\$/ha 1.816,63 (66,21 sc/ha) (Quadro 11).

Apesar de o manejo CFRNC apresentar maior incremento em relação à testemunha e maior retorno líquido anual pela calagem, o custo total foi maior em comparação com o manejo CFRPP, devido às reposições de maiores doses de calcário. Por isso, deve-se levar em conta a relação retorno/custo. O manejo CFRNC apresentou relação de 6,95 e o manejo CFRPP de 9,17. A melhor opção então seria pelo manejo da calagem, com dose de 0,599 NC na instalação da lavoura, sem uso de gesso e com reposição a partir do segundo ano da dose de 0,599 NC (CFRPP).

A diferença no custo total, para os manejos CGATRPP e CFRPP, foi de R\$/ha 602,16; ou seja, 3,74 vezes o valor gasto da aplicação em faixa. Deve-se levar em consideração a relação custo benefício entre estes manejos. Com a aplicação de calcário em faixa demanda mais mão de obra devido à reposição da calagem anual, por outro, com aplicação de calcário em área total pode ocorrer maior mineralização da matéria orgânica do solo; estas questões entre outras devem ser pensadas antes de decidir o melhor manejo. Para a situação em estudo o manejo da calagem em faixa com reposição de doses proporcionais às de plantio (CFRPP) seria a melhor opção visando obter maior retorno líquido anual pela calagem com menor investimento, ou seja, maior relação retorno/custo.

É importante verificar que neste estudo leva-se em consideração somente o custo da calagem ou calagem e gessagem. Chamando-se atenção para o fato de que não foram considerados os custos fixos, custo que são variáveis de acordo com o uso da terra e o nível tecnológico do cultivo e os fatores controlados mantidos constantes. Verifica-se que os custos da calagem ou calagem e gessagem são muito pequenos em relação, ao retorno em produtividade e ao retorno líquido que o produtor possa ter ao investir na aplicação de calcário ou calcário e gesso. O custo total para aplicação da calagem, para todos os manejos foi, em média, de R\$/ha 438,27 (3,99 sc/ha) e o retorno líquido anual pela calagem de R\$/ha 1.639,44 (59,75 sc/ha).

4.3 Análise de Solo

4.3.1 Valores de pH e Teores de Alumínio Trocável

No segundo e terceiro ano (2000 e 2001) após a aplicação inicial dos tratamentos (1998), observou-se maior elevação do pH nas aplicações de calcário em área total em relação à faixa, dadas as maiores doses aplicadas em área total (até 2,4 NC) em relação à faixa (até 1,50 NC) conforme discutido por Baldotto (2003).

A média geral dos valores de pH e teores de Al^{3+} , nos três anos (2003, 2004 e 2005) e camadas amostradas variaram de baixos (4,5-5,4) a muito baixos (<4,5) para valores de pH e de médios (0,5-1,00 $cmol/dm^3$) a altos (1,01-2,00 $cmol/dm^3$) para teores de Al^{3+} (Alvarez V. et al., 1999c); exceto quando se compara o resultado obtido para a reatividade do calcário, na dose 1,6 NC aplicado em área total, nos manejos CATSR e CGATRNC (Quadro 12).

Pelo contraste C_{A3} (Quadro 13), que compara o efeito da aplicação de calcário na dose 1,6 NC utilizando um calcário com PRNT de 65 % e outro de 76 %, aplicados em área total, sem reposição (CATSR), observa-se que para o calcário com PRNT de 76 % o efeito residual prolongou-se até 2005, com valores de pH atingindo 6,14; 5,39 e 4,86 nas camadas entre 0 e 5, 5 e 25 e 25 e 50 cm respectivamente, e os teores de Al^{3+} foram menores que 0,5 $cmol/dm^3$, nessas três camadas, considerados baixos (0,21-0,50 $cmol/dm^3$) Alvarez V. et al. (1999c) (Quadro 12).

Pelo contraste C_{A4} , quando o efeito da aplicação inicial de calcário em área total, com reposição de 1,6 NC no manejo da CATRNC utilizando calcário com PRNT de 76 %, é comparado com a aplicação de um calcário com PRNT de 65 %, verificou-se que em 2003 ocorreu, em média, maior elevação do pH com decréscimo dos teores de Al^{3+} , prolongando seu efeito também até 2005 (Quadro 13).

Para os anos de 2003 e 2004 (C_1) observa-se que, em média, para doses de calcário, nas três camadas amostradas, os valores de pH foram maiores em área total em relação à faixa (Quadro 13), dadas às maiores doses aplicadas em área total; efeito semelhante foi verificado por Baldotto (2003) para 2001. O efeito das reaplicações de calcário em faixa começou a ser evidenciado em 2005, verificando-se maior elevação do pH nas camadas subsuperficiais. Vale ressaltar que a reposição de calcário em área total ocorreu apenas no terceiro ano (2001) e, em faixa, ocorreu a partir do segundo ano (2000) com reposição nos demais. A aplicação de calcário em

faixa, com reaplicações anuais podem requerer mais mão de obra, neste caso, é necessário verificar a relação custo benefício.

Quadro 12. Valores médios de pH e da acidez trocável (Al^{3+}) no solo em resposta a doses, de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Manejo	Ano								
	2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50
pH									
Área Total									
Testemunha	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88
1 CATSR	4,53 ^{2/}	4,20	4,40	4,61	4,50	4,61	4,71	4,50	4,25
2 CGATSR	4,38	4,27	4,33	4,62	4,62	4,68	4,52	4,42	4,24
3 CGATRPP	4,49	4,25	4,45	4,50	4,57	4,58	4,70	4,54	4,32
4 CGATRNC	4,42	4,20	4,41	4,49	4,61	4,62	4,63	4,44	4,32
<i>Média Geral</i>	4,45 ^{3/}	4,23	4,40	4,55	4,57	4,62	4,64	4,48	4,28
Faixa									
Testemunha	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97
5 CFRPP	4,32 ^{2/}	4,02	4,32	4,48	4,52	4,51	4,55	4,47	4,33
6 CGFRPP	4,36	4,00	4,30	4,42	4,45	4,40	4,46	4,48	4,49
7 CFRNC	4,29	4,05	4,27	4,37	4,45	4,45	4,70	4,62	4,40
8 CGFRNC	4,25	4,02	4,18	4,42	4,47	4,45	4,61	4,59	4,48
<i>Média Geral</i>	4,31 ^{3/}	4,02	4,26	4,42	4,47	4,45	4,58	4,54	4,43
Efeito do PRNT									
5 1,6 AT G 0 65 SR	5,12	4,44	4,54	4,85	4,59	4,60	4,94	4,68	4,31
22 1,6 AT G 0 76 SR	5,19	4,49	4,69	4,35	4,61	4,47	6,14	5,39	4,86
15 1,6 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	4,71	4,32	4,69	4,83	4,84	4,76	5,18	4,87	4,60
23 1,6 AT G 25 76 3° RNC G 25 76	5,23	4,47	4,75	4,36	4,43	4,36	5,24	4,73	4,77
Al^{3+}									
-----cmol _c /dm ³ -----									
Área Total									
Testemunha	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18
1 CATSR	1,17 ^{2/}	1,34	0,81	1,15	0,97	0,60	0,84	0,83	0,74
2 CGATSR	1,37	1,54	1,02	1,04	0,88	0,52	0,94	0,93	0,79
3 CGATRPP	1,40	1,48	0,92	0,97	0,87	0,52	0,88	0,94	0,83
4 CGATRNC	1,28	1,56	0,88	1,07	0,94	0,50	0,86	0,95	0,78
<i>Média Geral</i>	1,31 ^{3/}	1,48	0,91	1,06	0,91	0,53	0,88	0,91	0,78
Faixa									
Testemunha	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12
5 CFRPP	1,47 ^{1/}	1,75	1,05	0,99	0,98	0,46	0,97	0,86	0,75
6 CGFRPP	1,57	1,75	0,97	0,90	0,94	0,52	0,88	1,00	0,76
7 CFRNC	1,71	1,74	1,11	0,95	0,91	0,49	0,96	0,89	0,68
8 CGFRNC	1,67	1,79	0,99	0,92	0,78	0,43	0,88	0,96	0,64
<i>Média Geral</i>	1,60 ^{2/}	1,76	1,03	0,94	0,90	0,47	0,92	0,93	0,70
Efeito do PRNT									
5 1,6 AT G 0 65 SR	0,30	0,73	0,47	1,03	0,90	0,63	0,45	0,40	0,45
22 1,6 AT G 0 76 SR	0,33	0,87	0,53	1,38	0,67	0,40	0,15	0,17	0,35
15 1,6 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	0,90	1,27	0,67	0,55	0,66	0,45	0,45	0,57	0,57
23 1,6 AT G 25 76 3° RNC G 25 76	0,30	0,60	0,50	1,00	0,92	0,50	0,35	0,45	0,45

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Média por manejo (das cinco doses) incluindo a testemunha; ^{3/}Médias das médias dos quatro manejos; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Quadro 13. Contrastes médios e suas significâncias para valores de pH e teores de acidez trocável (Al^{3+}) no solo, de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Contrastes	Contrastes Médios									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
pH										
C ₁	Área total vs Faixa	-0,148**	-0,207**	-0,133*	-0,132*	-0,100*	-0,171**	-0,061	0,065	0,145**
C ₂	CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	0,078	-0,048	0,096	-0,124	-0,031	-0,083	0,140	0,074	0,084
C ₃	CGATRPP vs CGATRNC	-0,071	-0,048	-0,049	-0,004	0,042	0,048	-0,078	-0,102	0,008
C ₄	CATSR vs CGATSR	-0,155	0,068	-0,064	0,007	0,117	0,077	-0,186*	-0,083	-0,014
C ₅	CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	-0,068	0,021	-0,084	-0,054	-0,025	-0,003	0,149*	0,128**	0,029
C ₆	CFRPP vs CGFRPP	0,044	-0,020	-0,018	-0,056	-0,067	-0,112	-0,097	0,008	0,163*
C ₇	CFRNC vs CGFRNC	-0,043	-0,029	-0,091	0,057	0,016	0,009	-0,095	-0,033	0,078
C _{A1}	CFRPP vs CFRNC	-0,024	0,025	-0,048	-0,110	-0,067	-0,064	0,148	0,149*	0,072
C _{A2}	CGFRPP vs CGFRNC	-0,112	0,016	-0,121	0,003	0,016	0,057	0,150	0,108	-0,013
C _{A3}	PRNT 1,6 NC d/ CATSR	0,067	0,050	0,153	-0,503	0,013	-0,123	1,203**	0,713**	0,553**
C _{A4}	PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	0,523*	0,153	0,053	-0,467	-0,403	-0,403	0,060	-0,140	0,173
Al^{3+}										
----- cmol _c /dm ³ -----										
C ₁	Área total vs Faixa	0,299**	0,274**	0,121**	-0,118*	-0,011	-0,061*	0,039	0,015	-0,079*
C ₂	CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	-0,031	-0,022	-0,125	-0,024	0,029	-0,009	-0,069	0,011	0,011
C ₃	CGATRPP vs CGATRNC	-0,117	0,078	-0,039	0,106	0,067	-0,018	-0,017	0,017	-0,044
C ₄	CATSR vs CGATSR	0,206	0,200	0,211*	-0,111	-0,096	-0,083	0,097	0,106	0,056
C ₅	CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	0,164	0,014	0,039	-0,007	-0,112*	-0,034	-0,007	-0,001	-0,094
C ₆	CFRPP vs CGFRPP	0,100	0,000	-0,083	-0,085	-0,034	0,060	-0,083	0,139	0,008
C ₇	CFRNC vs CGFRNC	-0,039	0,050	-0,117	-0,030	-0,129	-0,063	-0,086	0,075	-0,042
C _{A1}	CFRPP vs CFRNC	0,233	-0,011	0,056	-0,034	-0,064	0,027	-0,006	0,031	-0,069
C _{A2}	CGFRPP vs CGFRNC	0,094	0,039	0,022	0,021	-0,159*	-0,096	-0,008	-0,033	-0,119
C _{A3}	PRNT 1,6 NC d/ CATSR	0,033	0,133	0,067	0,357	-0,227	-0,223	-0,300	-0,233	-0,100
C _{A4}	PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	-0,600*	-0,667**	-0,167	0,450	0,260	0,050	-0,100	-0,117	-0,117

^{1/}Profundidade em cm; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Pelos contrastes C₂ e C₃, observa-se que, em média, não houve diferença significativa, quanto à aplicação de calcário em área total, sem ou com reposição. Apenas, quando se utilizou gesso (C₄) no manejo sem reposição da calagem, observou-se que em 2005 ocorreu maior acidificação do solo somente na camada superficial (Quadro 13). Possivelmente, a maior acidez pode ter ocorrido em consequência da lixiviação de bases para camadas subsuperficiais com os íons SO₄²⁻ do gesso e NO₃⁻ e Cl⁻ das adubações N e K.

O efeito das reaplicações de calcário em faixa, com doses menores que 1,0 NC em relação a dose de até 1,5 NC foi pronunciado apenas em 2005, quinto ano após a aplicação consecutiva de calcário, quando compara-se (C₅) a reposição de doses proporcionais às de plantio (RPP), com doses de acordo com a necessidade de calagem (RNC). Observa-se que o manejo RNC provocou, em média, maior elevação do pH, nas camadas superficiais, e estes valores foram maiores quando não se utilizou gesso (C_{A1}). Não houve diferença significativa, em média, entre as duas estratégias de manejo, quando se aplicou gesso (C_{A2}). Apenas no manejo RPP, na camada de 25 a 50 cm, ocorreu maior elevação do pH com a utilização de gesso (C₆), não se observando este efeito para o manejo RNC (C₇) (Quadro 13). O gesso provoca a descida de cátions para camadas subsuperficiais do solo; se estes cátions ficarem na camada superficial, haverá menor troca com íons H⁺ em solução ocorrendo menor acidificação, se descem no perfil com o SO₄²⁻ ocorre troca de ligantes como o OH⁻ como propõe Silveira (1995).

Em comparação aos resultados de 2000 e 2001, discutidos por Baldotto (2003), houve o mesmo efeito em 2003. Na aplicação de calcário em área total em relação à faixa ocorreu maior redução dos teores de Al³⁺, nas três camadas, dadas as maiores doses de calcário aplicadas. Com a reposição anual de calcário em faixa, realizada a partir de 2000, pode-se observar o efeito desta reposição a partir de 2004, nas três camadas, e em 2005 na camada de 25 a 50 cm (C₁). Não houve diferença significativa quanto à aplicação de calcário em área total, sem ou com reposição (C₂ e C₃).

Comparando o efeito da calagem em faixa, de acordo com RNC em relação à RPP (C₅) observa-se, em média, no ano de 2004, maior redução dos teores de Al³⁺, nas três camadas, não se verificando efeito significativo no modo de reposição, sem ou com gesso, dentro de cada estratégia de manejo (C₆ e C₇). Houve maior redução

no teor Al^{3+} apenas nas camadas subsuperficiais, quando se utilizou gesso no manejo RNC (C_{A2}).

As equações de regressão para pH e Al^{3+} em função das doses de calcário, e de acordo com cada manejo, nos três anos e nas camadas amostradas, apresentaram bons ajustes (Quadros 14 e 15).

Quadro 14. Equações para pH em função da necessidade de calagem (x, NC) de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em área total e em faixa, em diferentes anos e camadas amostradas

Ano	Prof cm	Equação	R ²	Ano	Prof cm	Equação	R ²
CATSR				CGATRPP			
2003	0-5	$\hat{y} = 4,04 - 0,617667 x + 1,40744^* x^2 - 0,394399^* x^3$	0,978	2003	0-5	$\hat{y} = 4,05 + 0,408929^{***} x$	0,914
	5-20	$\hat{y} = 3,85 + 0,328214^{***} x$	0,968		5-20	$\hat{y} = 4,00 + 0,230476^{***} x$	0,821
	20-40	$\hat{y} = 3,99 + 0,386667^{***} x$	0,973		20-40	$\hat{y} = 3,96 + 0,461667^{***} x$	0,985
2004	0-5	$\hat{y} = 4,34 + 0,254286^{**} x$	0,549	2004	0-5	$\hat{y} = 4,20 + 0,277024^{**} x$	0,834
	5-25	$\hat{y} = \bar{y} = 4,50$			5-25	$\hat{y} = 4,33 + 0,225119^{**} x$	0,850
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 4,61$			25-50	$\hat{y} = 4,33 + 0,228452^* x$	0,822
2005	0-5	$\hat{y} = 3,99 + 1,16214^{**} x - 0,739864^{\circ} x^2 + 0,232111^* x^3$	0,993	2005	0-5	$\hat{y} = 4,05 + 0,611429^{***} x$	0,935
	5-25	$\hat{y} = 3,83 + 1,43614^{**} x - 0,973301^{\circ} x^2 + 0,254378^{\circ} x^3$	0,999		5-25	$\hat{y} = 3,86 + 0,890714^{***} x - 0,151538^{\circ} x^2$	0,977
	25-50	$\hat{y} = 3,89 + 0,334048^{***} x$	0,952		25-50	$\hat{y} = 3,84 + 0,696429^{***} x - 0,148810^{\circ} x^2$	0,967
CGATSR				CGATRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 4,10 + 0,258214^{**} x$	0,749	2003	0-5	$\hat{y} = 3,93 + 0,461905^{***} x$	0,937
	5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 4,27$			5-20	$\hat{y} = 4,03 + ,158690^* x$	0,606
	20-40	$\hat{y} = 4,07 + 0,245119^* x$	0,873		20-40	$\hat{y} = 4,11 + 0,281548^{**} x$	0,859
2004	0-5	$\hat{y} = 4,25 + 0,869470^{\circ} x^{0,5} - 0,392378 x$	0,751	2004	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 4,492$	
	5-25	$\hat{y} = 4,30 + 0,666038^{\circ} x^{0,5} - 0,270480x$	0,998		5-25	$\hat{y} = 4,31 + 0,694898^{\circ} x^{0,5} - 0,306617x$	0,677
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 4,68$			25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 4,62$	
2005	0-5	$\hat{y} = 3,97 + 0,523452^{***} x$	0,958	2005	0-5	$\hat{y} = 3,98 + 0,605833^{***} x$	0,898
	5-25	$\hat{y} = 3,84 + 1,89523^* x^{0,5} - 2,55691^{\circ} x + 1,19212^* x^{1,5}$	0,976		5-25	$\hat{y} = 3,83 + 0,536754^{\circ} x^{0,5} + 0,120181 x$	0,941
	25-50	$\hat{y} = 3,88 + 0,338929^{***} x$	0,937		25-50	$\hat{y} = 3,92 + 0,381310^{***} x$	0,903

continua

Continuação

Ano	Prof	Equação	R ²	Ano	Prof	Equação	R ²
	cm				cm		
		CFRPP				CFRNC	
2003	0-5	$\hat{y} = 3,96 + 0,529524^{***} x$	0,969	2003	0-5	$\hat{y} = 4,07 + 0,342286^{**} x$	0,924
	5-20	$\hat{y} = 3,86 + 0,238667^{\circ} x$	0,594		5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 4,05$	
	20-40	$\hat{y} = 3,98 + 0,503810^{**} x$	0,988		20-40	$\hat{y} = 4,08 + 0,275429^{\circ} x$	0,843
2004	0-5	$\hat{y} = 4,26 + 0,325714^{*} x$		2004	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 4,367$	
	5-25	$\hat{y} = 4,17 + 1,18990^{**} x - 0,641905^{*} x^2$	0,484		5-25	$\hat{y} = 4,13 + 0,954327^{\circ} x^{0,5} - 0,540175x$	0,742
	25-50	$\hat{y} = 4,13 + 1,31771^{**} x - 0,730159^{*} x^2$	0,579		25-50	$\hat{y} = 4,18 + 1,11441^{\circ} x^{0,5} - 0,793682x$	0,753
2005	0-5	$\hat{y} = 4,18 + 0,564190^{***} x$		2005	0-5	$\hat{y} = 4,34 + 0,537333^{***} x$	0,790
	5-25	$\hat{y} = 4,05 + 0,638095^{***} x$					

Quadro 15. Equações para acidez trocável (Al^{3+}) em função da necessidade de calagem (x, NC) de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em área total e em faixa, em diferentes anos e camadas amostradas

Ano	Prof cm	Equação	R ²	Ano	Prof cm	Equação	R ²
CATSR				CGATRPP			
2003	0-5	$\hat{y} = 1,97 + 0,696774 x - 1,99685^* x^2 + 0,584994^* x^3$	0,993	2003	0-5	$\hat{y} = 2,18 - 0,728571^{***} x$	0,960
	5-20	$\hat{y} = 2,05 - 0,665476^{***} x$	0,943		5-20	$\hat{y} = 2,05 - 0,535714^{***} x$	0,993
	20-40	$\hat{y} = 1,28 - 0,440476^{***} x$	0,865		20-40	$\hat{y} = 1,38 - 0,432143^{***} x$	0,937
2004	0-5	$\hat{y} = 1,40 - 0,227500^* x$	0,935	2004	0-5	$\hat{y} = 1,44 - 0,447381^{***} x$	0,924
	5-25	$\hat{y} = 1,25 - 0,265000^{***} x$	0,920		5-25	$\hat{y} = 1,20 - 0,308095^{***} x$	0,946
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,60$			25-50	$\hat{y} = 0,64 - 0,118214^* x$	0,818
2005	0-5	$\hat{y} = 1,42 - 0,540476^{***} x$	0,927	2005	0-5	$\hat{y} = 1,48 - 0,561310^{***} x$	0,980
	5-25	$\hat{y} = 1,60 - 1,06905^{***} x + 0,208333^o x^2$	0,990		5-25	$\hat{y} = 1,50 - 0,527976^{***} x$	0,976
	25-50	$\hat{y} = 1,60 - 1,06905^{***} x + 0,208333^o x^2$	0,990		25-50	$\hat{y} = 1,50 - 0,527976^{***} x$	0,976
CGATSR				CGATRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 1,97 - 0,559524^{***} x$	0,995	2003	0-5	$\hat{y} = 1,95 - 0,621429^{***} x$	0,963
	5-20	$\hat{y} = 1,98 - 0,404762^{***} x$	0,967		5-20	$\hat{y} = 1,86 - 0,283333^{**} x$	0,782
	20-40	$\hat{y} = 1,42 - 0,370238^{***} x$	0,945		20-40	$\hat{y} = 1,45 - 0,930011^* x^{0,5} + 0,249786 x$	0,984
2004	0-5	$\hat{y} = 1,45 - 0,382619^{***} x$	0,948	2004	0-5	$\hat{y} = 1,35 - 0,260476^{**} x$	0,756
	5-25	$\hat{y} = 1,16 - 0,263452^{***} x$	0,874		5-25	$\hat{y} = 1,26 + 1,24959 x^{0,5} - 2,65036^o x + 1,02527^o x^{1,5}$	0,996
	25-50	$\hat{y} = 0,71 - 0,181071^{***} x$	0,972		25-50	$\hat{y} = 0,65 - 0,135952^{**} x$	0,832
2005	0-5	$\hat{y} = 1,47 - 0,494643^{***} x$	0,981	2005	0-5	$\hat{y} = 1,45 - 0,550595^{***} x$	0,995
	5-25	$\hat{y} = 1,44 - 0,478571^{***} x$	0,928		5-25	$\hat{y} = 1,49 - 0,501190^{***} x$	0,980
	25-50	$\hat{y} = 1,44 - 0,478571^{***} x$	0,928		25-50	$\hat{y} = 1,49 - 0,501190^{***} x$	0,980

continua

Continuação

Ano	Prof	Equação	R ²	Ano	Prof	Equação	R ²
CFRPP				CFRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 2,11 - 0,958095^{***} x$	0,926	2003	0-5	$\hat{y} = 2,18 - 0,706667^{***} x$	0,974
	5-20	$\hat{y} = 2,14 - 0,582857^{***} x$	0,979		5-20	$\hat{y} = 2,00 - 0,392381^{*} x$	0,730
	20-40	$\hat{y} = 1,73 - 1,51429^{***} x + 0,476190^{\circ} x^2$	0,965		20-40	$\hat{y} = 1,81 - 1,40108^{**} x^{0,5} + 0,452943 x$	0,990
2004	0-5	$\hat{y} = 1,26 - 0,416000^{**} x$	0,874	2004	0-5	$\hat{y} = 1,24 - 0,434095^{**} x$	0,864
	5-25	$\hat{y} = 1,12 - 0,218476^{*} x$	0,807		5-25	$\hat{y} = 1,18 - 0,407429^{***} x$	0,955
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,46$			25-50	$\hat{y} = 0,69 - 0,306476^{***} x$	0,854
2005	0-5	$\hat{y} = 1,48 - 0,765714^{***} x$	0,937	2005	0-5	$\hat{y} = 1,43 - 0,710476^{***} x$	0,988
	5-25	$\hat{y} = 1,35 - 0,742857^{***} x$	0,968		5-25	$\hat{y} = 1,22 - 0,489524^{***} x$	0,819
	25-50	$\hat{y} = 1,10 - 0,532381^{***} x$	0,985		25-50	$\hat{y} = 1,03 - 0,524762^{***} x$	0,957
CGFRPP				CGFRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 2,26 - 2,62432 x^{0,5} + 5,43354 x - 3,68003^{\circ} x^{1,5}$	0,985	2003	0-5	$\hat{y} = 2,09 - 0,628571^{***} x$	0,831
	5-20	$\hat{y} = 2,15 - 0,60000^{***} x$	0,946		5-20	$\hat{y} = 2,11 - 0,483810^{*} x$	0,927
	20-40	$\hat{y} = 1,81 - 1,27491^{*} x^{0,5} + 0,110166 x$	0,969		20-40	$\hat{y} = 1,80 - 1,77165^{***} x^{0,5} + 0,681014^{\circ} x$	0,999
2004	0-5	$\hat{y} = 1,20 - 0,440000^{**} x$	0,649	2004	0-5	$\hat{y} = 1,18 - 0,385524^{*} x$	0,793
	5-25	$\hat{y} = 1,19 - 0,365714^{***} x$	0,920		5-25	$\hat{y} = 1,13 - 0,521905^{***} x$	0,967
	25-50	$\hat{y} = 0,70 - 0,273524^{**} x$	0,879		25-50	$\hat{y} = 0,66 - 0,346286^{***} x$	0,845
2005	0-5	$\hat{y} = 1,41 - 0,785714^{***} x$	0,983	2005	0-5	$\hat{y} = 1,33 - 0,680000^{***} x$	0,935
	5-25	$\hat{y} = 1,34 - 0,506667^{***} x$	0,832		5-25	$\hat{y} = 1,39 - 0,622381^{***} x$	0,945
	25-50	$\hat{y} = 1,08 - 0,480952^{***} x$	0,932		25-50	$\hat{y} = 1,11 - 0,838697^{*} x^{0,5} + 0,190677 x$	0,994

0, *, **, *** = significativo a 10,0; 5,0, 1,0 e 0,1 %; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

4.3.2 Teores de Cálcio e de Magnésio Trocáveis

Em 2000 a aplicação de calcário em área total, comparativamente a aplicação em faixa, não resultou em efeitos, em média, para os teores de Ca^{2+} , mas proporcionou efeito positivo na elevação dos teores de Mg^{2+} . Já para 2001, o efeito da aplicação de calcário em área total em relação a faixa provocou, em média, maior elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} trocáveis (Baldotto, 2003).

Para o ano de 2003, os resultados indicam que, em média para efeito de doses, a aplicação de calcário em área total em relação a faixa provocou aumento nos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} nas três camadas (Quadro 16). A média geral para os teores de Ca^{2+} no solo, nas camadas de 0 a 5, 5 a 20 e de 20 a 40 cm, respectivamente nos manejos que receberam calcário em área total, foram de 0,49; 0,29 e 0,30 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ enquanto que nas testemunhas foram de 0,16; 0,04 e 0,08 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Nas aplicações de calcário em faixa foram 0,33; 0,25 e 0,27 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e nas testemunhas foram de 0,07; 0,07 e 0,10 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Os teores de Mg^{2+} , nas aplicações de calcário em área total foram 0,25; 0,19 e 0,17 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e nas aplicações em faixa foram 0,16; 0,13 e 0,14 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Os teores das testemunhas, tanto nos manejos em área total como em faixa, foram de 0,04; 0,10 e 0,10 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ (Quadro 16). Pela testemunha, é possível verificar que para este solo os teores de Ca^{2+} ($\leq 0,40 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e Mg^{2+} ($\leq 0,15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) estão muito baixos. Mesmo com aplicação de calcário os teores ficaram em valores classificados como baixo (Ca^{2+} de 0,41-1,20 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e Mg^{2+} de 0,16-0,45 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) a muito baixo, tanto para Ca^{2+} como para Mg^{2+} (Alvarez V. et al., 1999c). Segundo Guimarães et al. (1999) estes valores estão muito inferiores ao recomendado para o cafeeiro, que é de 3,5 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, para a soma dos teores dos dois cátions.

Em 2004 e 2005, houve efeito da calagem em faixa, constatando-se o efeito acumulativo das reaplicações anuais de calcário nesta estratégia. No ano de 2004, ocorreram maiores teores de Ca^{2+} nas três camadas, e em 2005, além do aumento do teor de Ca^{2+} observado na camada de 25 a 50 cm houve diminuição dos teores de Mg^{2+} somente na camada superficial (C_1) (Quadro 17). Possivelmente, houve maior lixiviação de Ca^{2+} e Mg^{2+} para camadas subsuperficiais dos solos com o íons SO_4^{2-} do gesso por meio da formação de CaSO_4^0 e MgSO_4^0 (Pavan et al., 1986; Ernani & Barber, 1993; Dias et al., 1994; Braga et al., 1995). O efeito para Ca^{2+} foi menor devido a adição de Ca pelo calcário e pelo gesso.

Quadro 16. Teores médios de cálcio e magnésio trocáveis no solo, em resposta a doses, de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Manejo	Ano								
	2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50
	Ca ²⁺								
	-----cmol _c /dm ³ -----								
	Área Total								
Testemunha	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
1 CATSR	0,53 ^{2/}	0,28	0,25	0,58	0,34	0,23			

Quadro 17. Contrastes médios e suas significâncias para teores de cálcio e de magnésio trocáveis no solo, de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Contrastes	Contrastes Médios									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
Ca^{2+}										
----- $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ -----										
C ₁	Área total vs Faixa	-0,164**	-0,043	-0,035	0,006	0,085**	0,020	-0,054	-0,041	0,102*
C ₂	CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	0,199*	0,090*	0,114**	0,193**	0,066	0,074	0,137	0,160	-0,017
C ₃	CGATRPP vs CGATRNC	-0,059	0,019	-0,106*	0,039	-0,007	-0,126**	-0,026	0,062	-0,003
C ₄	CATSR vs CGATSR	-0,187	-0,040	-0,008	-0,233**	-0,022	0,054	-0,128	-0,151	0,128
C ₅	CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	0,006	0,045	-0,027	-0,036	-0,036	-0,030	0,266**	0,083	-0,012
C ₆	CFRPP vs CGFRPP	0,074	0,028	-0,017	-0,050	-0,108	-0,073	0,046	0,087	0,319**
C ₇	CFRNC vs CGFRNC	-0,102	0,051	0,002	0,074	0,056	-0,036	0,176	0,216*	0,146
C _{A1}	CFRPP vs CFRNC	0,094	0,033	-0,037	-0,098	-0,118*	-0,049	0,201	0,018	0,074
C _{A2}	CGFRPP vs CGFRNC	-0,083	0,056	-0,017	0,026	0,046	-0,012	0,331*	0,147	-0,099
C _{A3}	PRNT 1,6 NC d/ CATSR	0,000	0,150	0,177	-0,110	-0,380**	-0,160	2,063**	0,783**	0,530*
C _{A4}	PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	-0,213	0,233	0,033	-0,313	-0,397**	-0,523**	0,167	-0,287	0,370
Mg^{2+}										
----- $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ -----										
C ₁	Área total vs Faixa	-0,088**	-0,059*	-0,032**	-0,038	0,006	-0,043	-0,150*	0,056	0,008
C ₂	CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	0,080	-0,048	0,023	0,057	0,052	0,062	0,046	0,032	0,013
C ₃	CGATRPP vs CGATRNC	-0,003	-0,030	-0,033	0,113	-0,011	-0,094	-0,063	-0,050	-0,001
C ₄	CATSR vs CGATSR	-0,139*	0,036	-0,049*	-0,049	-0,031	0,013	-0,219	-0,041	-0,011
C ₅	CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	-0,048	0,004	0,005	-0,127*	-0,032	0,003	0,081	0,043	0,006
C ₆	CFRPP vs CGFRPP	0,053	0,008	-0,007	-0,073	-0,038	-0,032	-0,097	-0,033	0,008
C ₇	CFRNC vs CGFRNC	-0,043	-0,001	0,014	0,022	0,087*	0,048	-0,130	0,009	0,001
C _{A1}	CFRPP vs CFRNC	0,000	0,008	-0,006	-0,174*	-0,094*	-0,037	0,097	0,022	0,010
C _{A2}	CGFRPP vs CGFRNC	-0,096	-0,001	0,016	-0,079	0,031	0,043	0,064	0,064	0,003
C _{A3}	PRNT 1,6 NC d/ CATSR	0,093	0,093	0,097	-0,167	-0,240*	-0,023	2,120**	0,557**	0,060*
C _{A4}	PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	0,010	0,143	0,033	-0,430*	-0,340**	-0,733**	-0,210	-0,120	0,000

^{1/}Profundidade em cm; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Para os anos de 2003 e 2004, observou-se, em média, diferença significativa quanto à aplicação de calcário em área total, sem reposição em relação à reposição da calagem (C₂), que elevou os teores de Ca²⁺. No ano de 2003 houve aumento dos teores Ca²⁺ nas três camadas, em 2004, ocorreu somente na camada superficial.

Em 2003 e 2004, a forma de reposição do calcário em área total, de doses proporcionais às de plantio (RPP) em relação às doses de acordo com a necessidade de calagem (RNC) proporcionou maior elevação dos teores de Ca²⁺, na camada de 20 a 40 cm (C₃). Isso ocorreu devido às maiores doses aplicadas em RPP, com até 2,4 NC, em relação à RNC, de 1,0 NC, e também pela adição de gesso. Os teores médios de Ca²⁺ em resposta a doses, no ano de 2003 e 2004 no manejo RPP foram de 0,41 e 0,42 cmol_c/dm³, respectivamente (considerado baixo = 0,41-1,20 cmol_c/dm³) e no manejo RNC foi de 0,30 e 0,29 cmol_c/dm³ (muito baixo = 0,40 cmol_c/dm³) (Alvarez V. et al., 1999c), mas sendo valores cinco e quatro vezes maiores do que a testemunha de 0,08 cmol_c/dm³.

Em 2003, verificou-se que nos manejos sem reposição (CATSR e CGATSR), quando se utilizou gesso (C₄) ocorreu diminuição nos teores de Mg²⁺, nas camadas de 0 a 5 cm e 20 a 40 cm e, em 2004, ocorreu diminuição dos teores de Ca²⁺ na camada superficial. Em 2003, verificou-se que os teores de Mg²⁺, nos manejos da CATSR e CGATSR foram respectivamente 0,31 e 0,18 cmol_c/dm³ na camada de 0 a 5 cm e de 0,19 e 0,14 cmol_c/dm³ na camada de 20 a 40 cm, e em 2004, os teores de Ca²⁺ na camada superficial foram de 0,58 e 0,34 cmol_c/dm³. Possivelmente, com a utilização de gesso, ocorreu maior lixiviação de bases para camadas subsuperficiais do solo. A aplicação de gesso contribui para o movimento de Ca²⁺ e Mg²⁺ no perfil do solo, devido principalmente à formação de compostos químicos CaSO₄⁰ e MgSO₄⁰ (Pavan et al., 1986; Ernani & Barber, 1993; Dias et al., 1994; Braga et al., 1995)

Em 2004, no contraste adicional C_{A3}, quando se compara a reatividade do calcário na dose de 1,6 NC aplicado em área total, sem reposição (CATSR), observa-se que com calcário de PRNT 65 % na instalação do experimento ocorreu, em média, maior elevação nos teores de Ca²⁺ e de Mg²⁺ na camada de 5 a 25 cm.

Entretanto, em 2005, o efeito residual do calcário com PRNT de 76 %, foi pronunciado, elevando os teores de Ca²⁺ e de Mg²⁺ nas três camadas (Quadro 17). Possivelmente, houve maior solubilização do calcário com PRNT de 76 % neste ano, porque para o mesmo manejo (CATSR), e no mesmo ano, ocorreu, em média, maior elevação do pH, com maior decréscimo nos teores de Al³⁺ (Quadro 12). Assim, os

teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , nas camadas de 0 a 5; 5 a 25 e 25 a 50 cm quando se utilizou calcário com PRNT de 65 % foram respectivamente, 1,42; 0,88 e 0,43 cmol/dm^3 de Ca^{2+} e de 1,41; 0,61 e 0,09 cmol/dm^3 de Mg^{2+} . Quando se utilizou calcário com PRNT de 76 %, os teores foram de 3,49; 1,67 e 0,96 cmol/dm^3 de Ca^{2+} , e 3,53; 1,16 e 0,15 cmol/dm^3 de Mg^{2+} . Os teores, nos dois tratamentos, foram elevados, considerando a testemunha, em que os teores foram 0,23, 0,42 e 0,10 para Ca^{2+} e 0,09; 0,08 e 0,01 para Mg^{2+} (Quadro 16).

Nos manejos da calagem em faixa, quando se compara o efeito da reposição de doses proporcionais às de plantio (RPP) em relação à reposição de acordo com a necessidade de calagem (RNC) observa-se que ambos os manejos proporcionaram aumentos nos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , em relação à testemunha (Quadro 16). De modo geral, para o ano de 2003, em média, não se observou diferença significativa quando as duas formas de reposição RPP e RNC quanto ao uso ou não de gesso.

Ainda para os manejos em faixa, e para o ano de 2004, verificou-se que a RPP proporcionou maior incremento de Mg^{2+} na camada superficial, em relação a RNC (C_5), dadas as maiores doses aplicadas no manejo em RPP. Com aplicação de maiores doses de calcário na RPP, houve também adição de maiores quantidades de gesso agrícola; portanto, maior adição de Ca e de Mg ao solo. Portanto, quando não se utilizou gesso, neste manejo (CFRPP), observou-se maior elevação dos teores de Ca^{2+} na camada de 5 a 25 cm e de Mg^{2+} na camada de 0 a 5 cm e 5 a 25 cm (C_{A1}). Provavelmente, quando não se utilizou gesso, houve menor lixiviação destas bases para camadas subsuperficiais.

O uso ou não de gesso, dentro dos manejos RPP e RNC, não resultou em diferenças estatisticamente significativas (C_6 e C_7), como também verificado para o efeito do gesso nos manejos CGFRPP e CGFRNC (C_{A2}) (Quadro 16). Apenas houve maior elevação dos teores de Mg^{2+} , na camada de 5 a 25 cm, quando se utilizou gesso no manejo RNC (Quadro 16), indicando que o Mg^{2+} está descendo para camadas subsuperficiais com aplicação de gesso.

Em 2005, para os manejos da RPP e RNC com aplicação de calcário em faixa, com e sem uso de gesso, não se observou diferença significativa para os teores de Mg^{2+} ; somente houve diferença para os teores de Ca^{2+} . Observou-se que o manejo da RNC provocou maior elevação nos teores de Ca^{2+} na camada superficial (C_5), com média de 1,12 cmol/dm^3 no manejo RNC e de 0,86 cmol/dm^3 no RPP (Quadro 16). Quando se utilizou gesso, que é também fonte de Ca, estes valores foram ainda

maiores e significativos (C_{A2}) ($1,21 \text{ cmol/dm}^3$ no manejo RNC e de $0,88 \text{ cmol/dm}^3$ no manejo RPP) (Quadros 16 e 17). Esses teores de Ca^{2+} estão classificados na faixa de baixo ($0,41-1,20 \text{ cmol/dm}^3$) a médio ($1,21-2,40 \text{ cmol/dm}^3$) (Alvarez V. et al., 1999c).

O que pode ser verificado em 2005 é diminuição dos teores de Ca^{2+} , na camada superficial do solo, no manejo RPP quando se utilizou gesso, dada a lixiviação deste cátion para camada subsuperficial; em que os valores médios para a camada de 5 a 25 e 25 a 50 cm foram de $0,63$ e $0,70 \text{ cmol/dm}^3$ com uso de gesso (CGFRPP) e de $0,54$ e $0,38 \text{ cmol/dm}^3$ sem uso de gesso (CFRPP). No manejo RNC, também observou-se lixiviação de Ca^{2+} para camadas subsuperficiais do solo quando se utilizou gesso; em que os valores médios para a camada de 5 a 25 e de 25 a 50 cm foram $0,77$ e $0,60 \text{ cmol/dm}^3$ com uso de gesso (CGFRNC) e $0,56$ e $0,45 \text{ cmol/dm}^3$ sem uso de gesso (CFRNC) (Quadro 17).

Às equações de regressão para Ca^{2+} e Mg^{2+} trocável no solo, em função das doses de calcário estudadas (NC) e de acordo com cada manejo, nos três anos e profundidades amostradas apresentaram bons ajustes (Quadros 18 e 19).

Quadro 18. Equações para teores de cálcio trocável em função da necessidade de calagem (x, NC) de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em área total e em faixa, em diferentes anos e camadas amostradas

Ano	Prof cm	Equação	R ²	Ano	Prof cm	Equação	R ²
CATSR				CGATRPP			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,07 + 0,436786^{***} x$	0,921	2003	0-5	$\hat{y} = 0,15 + 0,397857^{***} x$	0,844
	5-20	$\hat{y} = 0,04 + 0,216786^{***} x$	0,951		5-20	$\hat{y} = 0,01 + 0,304405^{***} x$	0,931
	20-40	$\hat{y} = 0,03 + 0,201190^{***} x$	0,930		20-40	$\hat{y} = 0,01 + 0,368452^{***} x$	0,962
2004	0-5	$\hat{y} = 0,23 + 0,319286^{***} x$	0,696	2004	0-5	$\hat{y} = 0,14 + 0,354405^{***} x$	0,951
	5-25	$\hat{y} = 0,11 + 0,214048^{**} x$	0,858		5-25	$\hat{y} = 0,08 + 0,282024^{***} x$	0,956
	25-50	$\hat{y} = 0,10 + 0,125238^{**} x$	0,936		25-50	$\hat{y} = 0,05 + 0,345476^{***} x$	0,892
2005	0-5	$\hat{y} = 0,23 + 0,330595x + 0,276042^{\circ} x^2$	0,993	2005	0-5	$\hat{y} = 0,25 - 0,479421x + 1,83385^{\circ} x^2 - 0,558386^{\circ} x^3$	0,997
	5-25	$\hat{y} = 0,41 - 0,767804^{\circ} x^{0,5} + 0,925804^{**} x$	0,955		5-25	$\hat{y} = 0,44 - 1,24516^{\circ} x + 1,77256^{*} x^2 - 0,460824^{*} x^3$	0,995
	25-50	$\hat{y} = 0,005 + 0,315933^{***} x$	0,882		25-50	$\hat{y} = 0,08 + 0,353571^{***} x$	0,921
CGATSR				CGATRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,09 + 0,237381^{*} x$	0,942	2003	0-5	$\hat{y} = 0,06 + 0,428810^{***} x$	0,950
	5-20	$\hat{y} = 0,003 + 0,21750^{***} x$	0,968		5-20	$\hat{y} = 0,05 + 0,421400^{\circ} x^{0,5} - 0,0887734 x$	0,973
	20-40	$\hat{y} = 0,09 + 0,144405^{***} x$	0,950		20-40	$\hat{y} = 0,12 + 0,172143^{***} x$	0,912
2004	0-5	$\hat{y} = 0,20 + 0,137619^{\circ} x$	0,727	2004	0-5	$\hat{y} = 0,26 + 0,271667^{***} x$	0,816
	5-25	$\hat{y} = 0,07 + 0,410952^{*} x - 0,108879^{\circ} x^2$	0,975		5-25	$\hat{y} = 0,06 + 0,437997^{\circ} x^{0,5} - 0,0759914x$	0,950
	25-50	$\hat{y} = 0,12 + 0,151071^{***} x$	0,877		25-50	$\hat{y} = 0,13 + 0,158810^{***} x$	0,830
2005	0-5	$\hat{y} = 0,23 - 0,192024 x + 0,518849^{**} x^2$	0,990	2005	0-5	$\hat{y} = 0,22 + 0,0395238x + 0,453373^{**} x^2$	0,990
	5-25	$\hat{y} = 0,37 - 0,337857 x + 0,303075^{*} x^2$	0,982		5-25	$\hat{y} = 0,18 + 0,520476^{***} x$	0,838
	25-50	$\hat{y} = 0,11 + 0,339286^{***} x$	0,951		25-50	$\hat{y} = 0,02 + 0,407857^{***} x$	0,968

continua

Continuação

Ano	Prof	Equação	R ²	Ano	Prof	Equação	R ²
CFRPP				CFRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,01 + 0,413905^{**} x$	0,911	2003	0-5	$\hat{y} = 0,10 + 0,422095^{**} x$	0,921
	5-20	$\hat{y} = 0,08 + 0,198095^{**} x$	0,978		5-20	$\hat{y} = 0,08 + 0,239810^{**} x$	0,872
	20-40	$\hat{y} = 0,10 + 0,277333^{***} x$	0,979		20-40	$\hat{y} = 0,10 + 0,225333^{**} x$	0,969
2004	0-5	$\hat{y} = 0,14 + 0,614476^{***} x$	0,896	2004	0-5	$\hat{y} = 0,14 + 0,461333^{***} x$	0,959
	5-25	$\hat{y} = 0,10 - 1,33749x^{0,5} + 4,34139^* x - 2,30923^* x^{1,5}$	0,958		5-25	$\hat{y} = 0,16 + 0,343810^{***} x$	0,903
	25-50	$\hat{y} = 0,07 + 0,468762^{***} x$	0,982		25-50	$\hat{y} = 0,14 + 0,280571^{***} x$	0,872
2005	0-5	$\hat{y} = 0,06 + 1,15524^{***} x$	0,955	2005	0-5	$\hat{y} = 0,25 + 1,16914^{***} x$	0,898
	5-25	$\hat{y} = 0,02 + 0,786286^{***} x$	0,959		5-25	$\hat{y} = 0,08 + 0,714857^{***} x$	0,893
	25-50	$\hat{y} = 0,01 + 0,430286^{**} x$	0,969		25-50	$\hat{y} = 0,24 + 0,318667^* x$	0,776
CGFRPP				CGFRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,16 + 0,295429^{\circ} x$	0,757	2003	0-5	$\hat{y} = 0,12 + 0,240762^{\Delta} x$	0,887
	5-20	$\hat{y} = 0,04 + 0,294667^{***} x$	0,986		5-20	$\hat{y} = 0,11 + 0,282476^{***} x$	0,937
	20-40	$\hat{y} = 0,06 + 0,312000^{***} x$	0,905		20-40	$\hat{y} = 0,13 + 0,185524^{**} x$	0,901
2004	0-5	$\hat{y} = 0,11 + 0,571619^{***} x$	0,981	2004	0-5	$\hat{y} = 0,10 + 0,628381^{***} x$	0,956
	5-25	$\hat{y} = 0,11 + 0,436000^{***} x$	0,958		5-25	$\hat{y} = 0,07 + 0,559619^{***} x$	0,935
	25-50	$\hat{y} = 0,11 + 0,294095^{***} x$	0,991		25-50	$\hat{y} = 0,12 - 0,0194286x + 0,271111^* x^2$	0,965
2005	0-5	$\hat{y} = 0,13 + 1,11886^{***} x$	0,986	2005	0-5	$\hat{y} = 0,34 + 1,29562^{***} x$	0,979
	5-25	$\hat{y} = 0,04 + 0,884571^{***} x$	0,967		5-25	$\hat{y} = 0,27 + 0,751048^{***} x$	0,905
	25-50	$\hat{y} = 0,11 + 0,875810^{***} x$	0,938		25-50	$\hat{y} = 0,14 + 0,693333^{***} x$	0,921

[°], ^{*}, ^{**}, ^{***} = significativo a 10,0; 5,0; 1,0 e 0,1 %; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Quadro 19. Equações para teores de magnésio trocável em função da necessidade de calagem (x, NC) de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em área total e em faixa, em diferentes anos e camadas amostradas

Ano	Prof cm	Equação	R ²	Ano	Prof cm	Equação	R ²
CATSR				CGATRPP			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,07 - 0,528231 x + 0,928593^* x^2 - 0,245886^* x^3$	0,954	2003	0-5	$\hat{y} = 0,04 + 0,198929^{***} x$	0,834
	5-20	$\hat{y} = 0,09 + 0,0909524^{\circ} x$	0,801		5-20	$\hat{y} = 0,04 + 0,134643^{**} x$	0,730
	20-40	$\hat{y} = 0,10 + 0,298251 x^{0,5} - 0,678075x + 0,409767^* x^{1,5}$	0,963		20-40	$\hat{y} = 0,11 - 0,0308333x + 0,0605159^* x^2$	0,973
2004	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 0,32$	0,983	2004	0-5	$\hat{y} = 0,11 + 0,154643^* x$	0,675
	5-25	$\hat{y} = 0,07 - 0,678898x^{0,5} + 1,63213^{\circ} x - 0,724952^* x^{1,5}$			5-25	$\hat{y} = 0,04 + 0,205000^{***} x$	0,794
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,17$			25-50	$\hat{y} = 0,22 - 1,21466^* x + 1,81673^{**} x^2 - 0,541780^{***} x^3$	0,670
2005	0-5	$\hat{y} = 0,07 + 0,801310^{***} x$	0,919	2005	0-5	$\hat{y} = 0,01 + 0,593571^{***} x$	0,927
	5-25	$\hat{y} = 0,06 + 0,312381^{***} x$	0,981		5-25	$\hat{y} = 0,09 + 0,300595^{***} x$	0,976
	25-50	$\hat{y} = 0,002 + 0,0555952^{***} x$	0,957		25-50	$\hat{y} = 0,02 - 0,0330875x + 0,115252 x^2 - 0,0356658^{\circ} x^3$	0,986
CGATSR				CGATRNC			
2003	0-5	$\hat{y} = 0,02 + 0,146548^{**} x$	0,952	2003	0-5	$\hat{y} = 0,07 - 0,0503571x + 0,134425^* x^2$	0,988
	5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 0,22$	0,889		5-20	$\hat{y} = 0,10 + 0,0578571^{(0,245)} x$	0,878
	20-40	$\hat{y} = 0,08 + 0,059881^{**} x$			20-40	$\hat{y} = 0,09 + 0,0534524^{**} x$	0,947
2004	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 0,28$		0,811	2004	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 0,39$
	5-25	$\hat{y} = 0,12 + 0,0838095^* x$	5-25			$\hat{y} = 0,12 + 0,119881^{**} x$	
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,19$	25-50			$\hat{y} = \bar{y} = 0,20$	
2005	0-5	$\hat{y} = 0,06 + 0,593690^{***} x$	0,918	2005	0-5	$\hat{y} = 0,12 + 0,0192857x + 0,252232^{\circ} x^2$	0,970
	5-25	$\hat{y} = 0,08 - 0,0416667x + 0,177083^* x^2$	0,996		5-25	$\hat{y} = 0,02 + 0,317024^{***} x$	0,966
	25-50	$\hat{y} = 0,01 - 0,0718041^{\circ} x^{0,5} + 0,0943631^{***} x$	0,973		25-50	$\hat{y} = 0,004 + 0,0552381^{***} x$	0,957

continua

Continuação

Ano	Prof	Equação	R ²	Ano	Prof	Equação	R ²	
CFRPP				CFRNC				
2003	0-5	$\hat{y} = 0,04 + 0,185714^* x$	0,942	2003	0-5	$\hat{y} = 0,05 + 0,166857^* x$	0,929	
	5-20	$\hat{y} = 0,08 + 0,0699048^{(0,380)} x$	0,675		5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 0,13$		
	20-40	$\hat{y} = 0,09 + 0,0699048^* x$	0,902		20-40	$\hat{y} = \bar{y} = 0,13$		
2004	0-5	$\hat{y} = 0,15 + 0,343238^{**} x$	0,685	2004	0-5	$\hat{y} = 0,12 + 0,125714^{(0,300)} x$	0,689	
	5-25	$\hat{y} = 0,05 - 0,700442 x + 2,66479^{***} x^2 - 1,38357^{***} x^3$	0,944		5-25	$\hat{y} = 0,10 + 0,127238^* x$		0,695
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,18$			25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,15$		
2005	0-5	$\hat{y} = 0,15 + 0,524952^{**} x$	0,978	2005	0-5	$\hat{y} = 0,17 + 0,644571^{***} x$	0,917	
	5-25	$\hat{y} = 0,44 - 1,01046^{**} x^{0,5} + 1,06271^{***} x$	0,974		5-25	$\hat{y} = 0,44 - 1,23556^{\circ} x + 2,43937^* x^2 - 1,03111^* x^3$		0,971
	25-50	$\hat{y} = 0,02 + 0,0565714^{***} x$	0,843		25-50	$\hat{y} = 0,04 + 0,0468571^{***} x$		
CGFRPP				CGFRNC				
2003	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 0,21$	0,838	2003	0-5	$\hat{y} = \bar{y} = 0,12$	0,681	
	5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 0,13$			5-20	$\hat{y} = \bar{y} = 0,13$		
	20-40	$\hat{y} = 0,09 + 0,0550476^{\circ} x$			20-40	$\hat{y} = 0,11 + 0,0506667^{\circ} x$		
2004	0-5	$\hat{y} = 0,13 + 0,264381^* x$	0,735	2004	0-5	$\hat{y} = 0,10 + 0,185714^{\Delta} x$	0,859	
	5-25	$\hat{y} = 0,06 + 0,277524^{***} x$	0,957		5-25	$\hat{y} = 0,08 + 0,284571^{***} x$		0,920
	25-50	$\hat{y} = \bar{y} = 0,15$			25-50	$\hat{y} = 0,10 + 0,138476^{\Delta} x$		
2005	0-5	$\hat{y} = 0,20 + 0,318667^{\circ} x$	0,994	2005	0-5	$\hat{y} = 0,25 + 0,334286^{\circ} x$	0,913	
	5-25	$\hat{y} = 0,42 - 0,661614^* x^{0,5} + 0,669875^* x$	0,810		5-25	$\hat{y} = 0,34 + 0,171619^* x$		0,625
	25-50	$\hat{y} = 0,02 + 0,0735238^{***} x$	0,920		25-50	$\hat{y} = 0,02 + 0,327604^* x^{0,5} - 0,626704^* x + 0,353943^* x^{1,5}$		

°, *, **, *** = significativo a 10,0; 5,0, 1,0 e 0,1 %; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Os valores de pH_{MEE} são classificados, nos três anos e camadas amostradas, (com base em Alvarez V. et al. (1999c)), em: muito baixos ($< 4,5$) e, em sua maioria, baixos ($4,5-5,4$), tanto nos manejos em área total como em faixa (Quadro 20). Os teores de $\text{Al}^{3+}_{\text{MEE}}$ ficaram acima de $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Quadro 20) e variaram de médio ($0,51-1,00 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) a alto ($1,01-2,00 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), também conforme (Alvarez V. et al., 1999c). Ao longo dos anos e em profundidade, tanto nos manejos em área total como em faixa, os valores de pH_{MEE} praticamente não alteraram, enquanto os teores de $\text{Al}^{3+}_{\text{MEE}}$ foram diminuindo (Quadro 20). O uso de gesso reduziu os teores de Al^{3+} (Quadro 20) de acordo com o mecanismo envolvido na redução dos teores de Al^{3+} , com o uso do gesso, como foi discutido por Ernani & Barber (1993), estes autores consideraram que a formação do par iônico como AlSO_4^- diminuem a concentração do Al^{3+} na solução do solo.

Os teores de $\text{Ca}^{2+}_{\text{MEE}}$, tanto nos manejos em área total como em faixa foram classificados como muito baixos ($\leq 0,40 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) a baixos ($0,41-1,20 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), conforme Alvarez V. et al. (1999c). Em faixa, e considerando os manejos e profundidades, os teores de Ca^{2+} pouco diferiram em 2003; em 2004 e 2005, acentua-se a diferença dos teores, nos tratamentos com e sem gesso e em profundidade. No ano de 2005 verificou-se que os teores de $\text{Ca}^{2+}_{\text{MEE}}$ ficaram um

Quadro 20. Valores de pH e teores de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis no solo relacionados à máxima eficiência econômica (MEE) de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em área total e em faixa, em diferentes anos e camadas amostradas

Manejo	Ano									Ano								
	2003			2004			2005			2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50
	pH									Ca ²⁺								
	Área Total									cmol _c /dm ³								
	Área Total									Área Total								
Testemunha	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
1 CATSR	4,26	4,12	4,30	4,55	4,50	4,61	4,57	4,49	4,16	0,43	0,22	0,19	0,49	0,28	0,20	0,68	0,47	0,26
2 CGATSR	4,47	4,27	4,43	4,73	4,71	4,68	4,73	4,50	4,37	0,43	0,32	0,30	0,40	0,44	0,34	1,04	0,52	0,60
3 CGATRPP	4,61	4,32	4,60	4,58	4,64	4,64	4,89	4,80	4,52	0,70	0,43	0,52	0,63	0,47	0,53	1,61	0,89	0,57
4 CGATRNC	4,62	4,27	4,53	4,49	4,70	4,62	4,88	4,66	4,49	0,70	0,43	0,38	0,66	0,48	0,37	1,28	0,95	0,63
Média Geral	4,49 ^{2/}	4,24	4,46	4,59	4,64	4,64	4,77	4,61	4,38	0,56	0,35	0,35	0,55	0,42	0,36	1,15	0,71	0,51
	Faixa									Faixa								
	Faixa									Faixa								
5 CFRPP	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,22	0,11	0,11
6 CGFRPP	4,28	4,00	4,28	4,46	4,50	4,66	4,52	4,43	4,29	0,26	0,20	0,27	0,51	0,59	0,35	0,75	0,49	0,27
7 CFRNC	4,63	4,00	4,52	4,63	4,60	4,40	4,69	4,73	4,77	0,51	0,39	0,43	0,79	0,63	0,46	1,46	1,09	1,15
8 CGFRNC	4,27	4,05	4,24	4,37	4,54	4,57	4,65	4,69	4,37	0,34	0,22	0,23	0,41	0,36	0,30	0,93	0,49	0,42
Média Geral	4,31	4,06	4,18	4,42	4,54	4,53	4,43	4,62	4,50	0,34	0,36	0,30	0,67	0,57	0,32	1,51	0,95	0,76
	4,37	4,03	4,30	4,47	4,55	4,54	4,57	4,62	4,48	0,36	0,29	0,31	0,59	0,54	0,36	1,16	0,76	0,65
	Al ³⁺									Mg ²⁺								
	cmol _c /dm ³									cmol _c /dm ³								
	Área Total									Área Total								
	Área Total									Área Total								
1 CATSR	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18	0,04	0,10	0,10	0,12	0,08	0,15	0,09	0,08	0,01
2 CGATSR	1,53	1,51	0,92	1,21	1,03	0,60	0,98	0,87	0,83	0,12	0,16	0,15	0,32	0,25	0,17	0,72	0,31	0,05
3 CGATRPP	1,16	1,39	0,88	0,90	0,78	0,45	0,75	0,75	0,69	0,23	0,22	0,17	0,27	0,24	0,19	0,92	0,39	0,06
4 CGATRNC	1,18	1,31	0,78	0,82	0,78	0,48	0,71	0,77	0,73	0,31	0,23	0,18	0,32	0,32	0,58	0,83	0,50	0,10
Média Geral	1,03	1,44	0,69	0,96	0,70	0,45	0,63	0,75	0,64	0,29	0,19	0,17	0,45	0,30	0,20	0,70	0,49	0,09
	1,22	1,41	0,82	0,97	0,82	0,49	0,77	0,78	0,72	0,24	0,20	0,17	0,34	0,28	0,28	0,79	0,43	0,07
	Faixa									Faixa								
	Faixa									Faixa								
5 CFRPP	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12	0,04	0,10	0,10	0,05	0,04	0,14	0,21	0,44	0,02
6 CGFRPP	1,54	1,79	1,11	1,01	0,99	0,46	1,02	0,91	0,78	0,15	0,12	0,13	0,36	0,29	0,18	0,46	0,29	0,05
7 CFRNC	1,09	1,44	0,55	0,68	0,76	0,37	0,48	0,74	0,51	0,21	0,13	0,16	0,44	0,39	0,15	0,58	0,50	0,11
8 CGFRNC	1,77	1,77	0,71	0,99	0,94	0,51	1,02	0,94	0,73	0,15	0,13	0,13	0,19	0,17	0,15	0,54	0,30	0,07
Média Geral	1,52	1,67	0,73	0,83	0,66	0,35	0,72	0,83	0,49	0,12	0,13	0,16	0,27	0,34	0,22	0,55	0,49	0,07
	1,48	1,67	0,78	0,88	0,84	0,42	0,81	0,85	0,63	0,16	0,13	0,14	0,32	0,30	0,18	0,53	0,40	0,07

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Médias das médias dos quatro manejos; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

A relação entre os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Ca:Mg), em termos da média dos três anos e camadas amostradas, foi 1,79 e 2,23 para os manejos em área total e em faixa, respectivamente. Chaves et al. (1984), em experimento conduzido na região cafeeira do Paraná, em dois Latossolos Vermelhos, por um período de oito anos, observaram, com a dose de calcário de 2,5 t/ha (maior produtividade), que as relações Ca:Mg:K estavam em torno de 11:3:1, ou seja 3,6 para Ca:Mg. Contudo, Santinato et al. (1983) verificaram que teores de Ca^{2+} de aproximadamente 4 cmol/dm^3 e de Mg^{2+} entre 0,15 e $1,0 \text{ cmol/dm}^3$ (disponíveis) seriam adequados para um cafezal com a mesma produtividade e tipo de solo (LVA), tolerando uma relação bem larga de 4,1 a 27,1 para Ca:Mg.

Apesar dos resultados indicarem, de forma geral, nas duas estratégias (área total e faixa), valores de pH baixo, teores de Al^{3+} de médio a alto e teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} de muito baixo a baixo não houve diferença significativa, entre os manejos, no que se refere à produtividade. Mas, os incrementos sobre a testemunha foram expressivos: de 34,4; 75,4 e 42,1 % nas aplicações de calcário em área total e de 29,3; 54,5 e 51,7 % nas aplicações em faixa, para os anos de 2003, 2004 e 2005, respectivamente.

4.3.3 Taxas de Recuperação, Pelo Extrator KCl 1 mol/L, de Cálcio e de Magnésio Adicionados no Solo

As taxas de recuperação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , pelo extrator KCl 1 mol/L, serão comentadas em termos de análises de tendências.

Para o ano de 2000, os resultados indicaram que as taxas de recuperação de Ca^{2+} foram menores que as de Mg^{2+} , tanto em área total como em faixa (Quadro 21), possivelmente devido a maiores perdas de Ca^{2+} por lixiviação e formação de compostos não tocáveis, além da maior exportação de Ca pela planta. Vários autores afirmam que há, aproximadamente, quatro vezes mais Ca do que Mg na planta de café como um todo (Catani et al., 1967; Lazzarini et al., 1975; Garcia, 1983; Guimarães & Lopes, 1986; Malavolta, 1986; Guimarães et al., 1999), portanto, maior absorção de Ca do que Mg pelo cafeeiro.

Em 2001, pôde-se observar que as médias das taxas de recuperação, para Ca^{2+} e Mg^{2+} , nos manejos em área total, praticamente não diferiram, enquanto nos manejos em faixa, foi maior para Ca^{2+} que para Mg^{2+} (Quadro 21).

Na média, de 2003 a 2005, as taxas de recuperação, tanto para Ca^{2+} como para Mg^{2+} , decresceram em profundidade, o que pode ser conseqüência de menor lixiviação desses cátions da camada superficial (0 a 5 cm), uma vez que a calagem foi feita superficialmente. A média das taxas de recuperação de Ca^{2+} no solo, na camada de 0 a 20 cm para 2000 e 2001, e das três camadas avaliadas, para os anos de 2003, 2004 e 2005 foram, respectivamente, de 17,32; 19,46; 5,34; 4,62 e 11,23 % em área total e de 26,37; 23,82; 5,13; 6,42 e 8,87 % em faixa. Para Mg^{2+} , essas taxas foram 23,57; 19,12; 4,40; 7,02 e 9,77 % em área total e 35,56; 20,96; 1,54; 5,08 e 6,16 % em faixa.

Nos anos de 2003 e 2004, em média, as taxas de recuperação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} foram maiores na camada de 0 a 5 cm e pouco diferiram nas camadas de 5 a 25 e de 25 a 50 cm; enquanto que, em 2005, para a taxa de recuperação para Mg^{2+} existiu maior diferença entre as camadas, tanto nos manejos em área total como em faixa (Quadro 21). Pode estar ocorrendo maior acúmulo destes nutrientes na superfície do solo, uma vez que as plantas, com seu sistema radicular já estabelecido absorvem pouco nutriente nesta camada (0 a 5 cm). Em 2004, no manejo da calagem, em área total com reposição de doses proporcionais as de plantio (CGATRPP), houve acúmulo, em relação à média, de Mg^{2+} na camada de 25 a 50 cm

(0,92 cmol_c/dm³) provocando a elevação da taxa de recuperação nesta camada (32,61 %) (Quadro 21).

Quadro 21. Taxas de recuperação, pelo extrator KCl 1 mol/L, de cálcio e magnésio trocáveis em função das doses adicionadas (NC) de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em diferentes anos e camadas amostradas

Manejo	2000		2001			2003			2004			2005		
	0-20 ^{1/}		0-20		0-5	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
Ca²⁺														
----- % -----														
Área Total														
1 CATSR	19,30	19,84	11,71	5,81	5,39	8,56	5,74	3,36	23,66	14,53	8,47			
2 CGATSR	19,50	18,07	5,64	5,17	3,43	3,27	4,59	3,59	20,11	6,38	8,07			
3 CGATRPP	14,26	17,59	8,02	6,14	7,43	7,15	5,69	6,97	30,52	18,50	7,13			
4 CGATRNC	16,17	22,35	8,39	2,38	3,37	5,31	2,80	3,11	18,51	10,18	7,98			
<i>Média</i>	17,32 ^{1/}	19,46	8,44	4,88	4,91	6,07	4,70	4,26	23,20	12,40	7,91			
Faixa														
5 CFRPP	33,88	25,26	8,90	4,26	5,97	11,05	3,76	8,43	16,42	11,17	6,12			
6 CGFRPP	21,75	18,80	5,12	5,11	5,41	7,92	6,04	4,08	12,03	9,51	9,42			
7 CFRNC	34,81	28,95	9,38	5,33	5,01	8,67	6,46	5,27	17,26	10,55	4,70			
8 CGFRNC	15,04	22,29	4,08	4,79	3,15	8,63	7,69	7,18	13,83	8,02	7,40			
<i>Média</i>	26,37 ^{2/}	23,82	6,87	4,87	4,88	9,07	5,99	6,24	14,88	9,81	6,91			
Mg²⁺														
----- % -----														
Área Total														
1 CATSR	28,62	23,46	27,74	4,27	4,02	0,00	9,63	0,00	37,59	14,65	2,61			
2 CGATSR	25,80	15,95	6,87	0,00	2,81	0,00	3,93	0,00	27,85	14,66	2,74			
3 CGATRPP	16,89	17,83	8,18	5,53	3,71	6,36	8,43	32,61	24,40	12,35	3,72			
4 CGATRNC	22,99	19,23	8,76	2,32	2,14	0,00	4,80	0,00	20,99	12,70	2,21			
<i>Média</i>	23,57 ^{2/}	19,12	12,89	3,03	3,17	1,59	6,70	8,15	27,71	13,59	2,82			
Faixa														
5 CFRPP	47,06	26,50	7,02	2,64	2,64	10,84	15,11	0,00	13,10	13,91	1,41			
6 CGFRPP	25,42	15,15	0,00	0,00	2,08	8,20	8,60	0,00	7,84	8,34	1,81			
7 CFRNC	47,06	27,05	6,51	0,00	0,00	4,15	4,20	0,00	16,71	14,26	1,21			
8 CGFRNC	22,72	15,15	0,00	0,00	1,89	5,73	8,78	4,27	8,19	4,21	1,67			
<i>Média</i>	35,56 ^{2/}	20,96	3,38	0,66	1,65	7,23	9,17	1,07	11,46	10,18	1,53			

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Médias das médias dos quatro manejos; CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

O uso de gesso, de acordo com os manejos, resultou em menores taxas de recuperação de Ca²⁺ e Mg²⁺, em ambas as formas de aplicação, tanto pelo fornecimento de Ca, como pela formação de compostos envolvendo o SO₄²⁻ com conseqüente maior movimentação de Ca²⁺ e Mg²⁺ para camadas subsuperficiais.

A reação do Ca^{2+} e do Mg^{2+} , de acordo com os diferentes manejos (área total e faixa) podem ser a adsorção à CTC do solo, a absorção pelo cafeeiro, a lixiviação e

4.4. Análise Química da Planta: Teores de Cálcio e de Magnésio na Folha

Em 2003, 2004 e 2005, quinto, sexto e sétimo anos, respectivamente, após a aplicação inicial dos tratamentos (1998), os resultados das médias dos teores de Ca e de Mg em folhas de café (Quadro 22), em resposta a doses, indicaram que a aplicação de calcário em área total em relação a faixa, com doses de calcário que chegaram até 2,4 NC, provocou aumento nos teores de Ca e de Mg na planta (C₁)

Quadro 23. Contrastes médios e suas significâncias para os teores (T) de cálcio e de magnésio nas folhas de café de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em diferentes anos

Contrastes	Contrastes Médios					
	TCa			TMg		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
	----- g/kg -----					
C ₁ Área total vs Faixa	-1,268**	-0,572**	-0,948**	-0,847**	-0,329**	-0,740**
C ₂ CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	0,273	0,299	0,634	0,086	0,029	0,248
C ₃ CGATRPP vs CGATRNC	-0,488	0,197	-0,809	0,001	0,037	-0,216
C ₄ CATSR vs CGATSR	0,344	-0,008	-0,234	-0,082	-0,192	-0,367
C ₅ CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e GFRNC	0,027	-0,199	0,652*	0,037	0,110	0,361**
C ₆ CFRPP vs CGFRPP	0,207	0,082	1,338**	-0,059	0,030	-0,018
C ₇ CFRNC vs CGFRNC	0,338	0,390	1,904**	-0,203	0,042	0,231
C _{A1} CFRPP vs CFRNC	-0,039	-0,353	0,369	0,109	0,104	0,237
C _{A2} CGFRPP vs CGFRNC	0,093	-0,046	0,934*	-0,034	0,116	0,486*
C _{A3} PRNT 1,6 NC d/ CATSR	-0,290	-0,103	-0,333	0,317	-0,087	0,250
C _{A4} PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	-0,117	-1,663*	-1,170	-0,077	-0,857*	-0,227

CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Verificam-se maiores incrementos sobre a testemunha, tanto para Ca como para Mg nas folhas, nas aplicações de calcário em área total, devido as maiores doses de calcário aplicadas neste manejo. Tanto nas aplicações de calcário em área total, como em faixa, os incrementos de Mg na planta foram maiores que os de Ca.

Para as aplicações de calcário em área total não houve diferença significativa quanto à reposição ou não da calagem (C₂), bem como quanto à forma de reposição (C₃), ou até mesmo a utilização ou não de gesso nos manejos sem reposição da calagem (C₄) (Quadro 23). Houve diferença, em média, para doses, quando se fez a reposição da calagem em área total, em relação à não reposição, com maior elevação dos teores de Ca e de Mg na folha. Os teores de Ca na folha considerados adequados seriam de 10,0-13,4 g/kg e os de Mg de 3,6-5,2 g/kg (Martinez et al., 2003). Com a reposição da calagem, as médias dos teores de Ca foram 8,46; 5,34 e 8,94 g/kg e para Mg 3,24; 2,11 e 3,25 g/kg; e nos manejos sem reposição, as médias dos teores de Ca foram 8,40; 5,05 e 8,42 g/kg e para Mg foram 3,20; 2,18 e 3,18 g/kg. De acordo com Martinez et al. (2003), os teores de Ca e de Mg estão abaixo da faixa de suficiência.

Quando se aplicou gesso, no manejo sem reposição, ocorreu em média em resposta a doses, menor elevação dos teores de Ca (2005) e de Mg (para os três anos) nas folhas (Quadro 22). Segundo Alcarde (1989), a percolação do Ca^{2+} e SO_4^{2-} originados da dissociação do gesso pode ser benéfica ou maléfica, neste caso pode ter sido maléfica. O que provavelmente pode ter ocorrido é que com a utilização de gesso ocorreu maior lixiviação de bases para camadas fora do alcance das raízes, diminuindo a absorção destas pelas plantas. Marques et al. (1999), em experimento conduzido com cafeeiro num Latossolo Vermelho distrófico, em São Sebastião do Paraíso-MG, não encontraram resposta ao gesso no aumento de Mg na folha, obtiveram somente resposta para os teores de Ca e S.

Comparando o efeito da aplicação inicial de calcário com PRNT de 65 % e 76 %, observa-se, que, em média, não houve diferença significativa, nos teores de Ca e Mg nas folhas, com a utilização destes calcários no manejo da calagem em área total, na dose de 1,6 NC, sem reposição (CATSR) (C_{A3}) (Quadro 23).

Quando na instalação do experimento utilizou-se a mistura de calcário e gesso (calcário com PRNT de 65 % e 76 %, com reposição no terceiro ano de 1,6 NC), o efeito do calcário com PRNT de 65 % provocou, em média, em 2004, aumento dos teores de Ca e de Mg nas folhas (C_{A4}). Devido aos maiores teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} encontrados no solo, que pela análise de solo foram 0,62 e 0,51 cmol/dm^3 para Ca^{2+} e de Mg^{2+} , respectivamente. Quando utilizou calcário com PRNT de 76 % os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , no solo estavam muito baixos de 0,22 e 0,17 cmol/dm^3 .

No contraste C_5 não se observou diferença significativa, para os teores foliares de Ca e de Mg, nos anos de 2003 e de 2004, nos manejos da calagem em faixa com reposição de doses proporcionais às de plantio (RPP) em comparação à reposição da necessidade de calagem (RNC), sem ou com uso de gesso. Em 2003, os teores médios, em resposta a doses, nos manejos RPP e RNC foram, respectivamente, 7,34 g/kg e 7,37 g/kg para Ca e 2,36 g/kg e 2,39 g/kg para Mg. Em 2004 estes valores foram 4,72 g/kg e 4,53 g/kg para Ca e 1,76 g/kg e 1,87 g/kg para Mg. Os teores de Ca e de Mg em faixa também estão abaixo da faixa de suficiência (Martinez et al., 2003).

Somente no ano de 2005 é que se verificaram os efeitos das reaplicações de calcário em faixa. Observou-se, em média, maior absorção de Ca e de Mg pelas plantas nos manejos RNC em relação a RPP (C_5). Os teores de Ca na planta foram

ainda maiores quando se utilizou gesso, tanto no manejo RNC como em RPP (C₆ e C₇). Com o uso de gesso, adiciona-se ao solo Ca²⁺ e SO₄²⁻ elevando os teores de Ca na planta, com, possivelmente maior lixiviação de Mg²⁺ para camadas subsuperficiais dos solos com o ions SO₄²⁻ do gesso. O gesso tem sido utilizado em solos ácidos como um produto complementar ao calcário, com o objetivo de diminuir a toxicidade do Al³⁺, por reação de complexação com o íon SO₄²⁻, e aumentar a concentração de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ em profundidade, com formação de compostos químicos CaSO₄⁰, MgSO₄⁰ e K₂SO₄⁰ (Pavan et al., 1986; Ernani & Barber, 1993; Dias et al., 1994; Braga et al., 1995), que por serem neutros não ficam retidos nas cargas do solo.

Não se observou diferença significativa, para os teores de Ca e de Mg na folha, entre as duas estratégias de manejo, sem uso de gesso, CFRPP e CFRNC (C_{A1}). Apenas, em 2005, observou-se diferença entre as estratégias quando se utilizou gesso, ou seja, o manejo da CGFRNC provocou maior elevação dos teores de Ca e de Mg na folha.

Quanto às equações de regressão para teores foliares de Ca e Mg, em função das doses de calcário estudadas (NC) e de acordo com os manejos, apresentaram bons ajustes para os três anos (Quadros 24 e 25).

Quadro 24. Equações dos teores de cálcio nas folhas de café em função da necessidade de calagem de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em área total e em faixa, em diferentes anos

Ano	Equação	R ²	Ano	Equação	R ²
CATSR			CFRPP		
2003	$\hat{y} = 5,84 - 5,58117x^{0,5} + 15,5420^* x - 6,82716^* x^{1,5}$	0,986	2003	$\hat{y} = 6,06 + 1,76381^{**} x$	0,820
2004	$\hat{y} = 3,83 + 1,14714^{***} x$	0,795	2004	$\hat{y} = \bar{y} = 4,68$	
2005	$\hat{y} = 7,16 + 1,29083^{**} x$	0,806	2005	$\hat{y} = \bar{y} = 6,73$	
CGATSR			CGFRPP		
2003	$\hat{y} = 6,25 + 2,18048^{***} x$	0,973	2003	$\hat{y} = 5,36 + 3,12324^{***} x$	0,989
2004	$\hat{y} = 3,48 + 4,10261^{**} x^{0,5} - 2,01798^* x$	0,954	2004	$\hat{y} = 4,09 + 1,01505^* x$	0,881
2005	$\hat{y} = 6,65 + 1,54893^{***} x$	0,974	2005	$\hat{y} = 5,92 + 3,22590^{***} x$	0,894
CGATRPP			CFRNC		
2003	$\hat{y} = 5,97 + 5,29702^{***} x - 1,43973^{**} x^2$	0,992	2003	$\hat{y} = 5,88 + 1,977905^{***} x$	0,866
2004	$\hat{y} = 3,58 + 1,56024^{***} x$	0,930	2004	$\hat{y} = \bar{y} = 4,33$	
2005	$\hat{y} = 7,00 + 2,18643^{***} x$	0,947	2005	$\hat{y} = 6,06 + 1,55295^* x$	0,939
CGATRNC			CGFRNC		
2003	$\hat{y} = 5,82 + 4,15749^* x^{0,5} - 0,92439 x$	0,961	2003	$\hat{y} = 6,01 + 2,29276^{***} x$	0,838
2004	$\hat{y} = 3,48 + 4,75329^{**} x^{0,5} - 2,20108^* x$	0,965	2004	$\hat{y} = \bar{y} = 4,72$	
2005	$\hat{y} = 7,09 + 1,34560^{***} x$	0,834	2005	$\hat{y} = 5,85 + 6,18267^{**} x^{0,5} - 0,191638x$	0,954

CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Quadro 25. Equações dos teores de magnésio nas folhas de café em função da necessidade de calagem de acordo com manejo da calagem ou da calagem e gessagem, em área total e em faixa, em diferentes anos

Ano	Equação	R ²	Ano	Equação	R ²
CATSR			CFRPP		
2003	$\hat{y} = 1,08 - 0,89036 x^{0,5} + 6,66935^* x - 3,10372^* x^{1,5}$	0,986	2003	$\hat{y} = 1,41 + 1,45867^{***} x$	0,930
2004	$\hat{y} = 0,93 + 3,43534^{**} x - 2,67271^* x^2 + 0,705767^* x^3$	0,953	2004	$\hat{y} = 1,14 + 0,902286^{***} x$	0,836
2005	$\hat{y} = 1,35 + 4,65672^{***} x - 2,98389^* x^2 + 0,680669^o x^3$	0,962	2005	$\hat{y} = 1,84 + 0,696381^* x$	0,933
CGATSR			CGFRPP		
2003	$\hat{y} = 1,13 + 4,23513^{***} x - 2,60486^* x^2 + 0,62009^* x^3$	0,996	2003	$\hat{y} = 1,40 + 1,38629^{***} x$	0,965
2004	$\hat{y} = 0,91 + 2,74308^{***} x^{0,5} - 1,23136^{**} x$	0,964	2004	$\hat{y} = 1,29 + 0,721714^{**} x$	0,825
2005	$\hat{y} = 1,48 + 2,09083^{***} x - 0,408234^o x^2$	0,993	2005	$\hat{y} = 1,78 + 0,750667^{**} x$	0,586
CGATRPP			CFRNC		
2003	$\hat{y} = 1,20 + 3,20595^{***} x - 0,78249^{***} x^2$	0,989	2003	$\hat{y} = 1,29 + 1,99605^* x^{0,5} - 0,33923 x$	0,953
2004	$\hat{y} = 0,90 + 1,83786^{***} x - 0,439236^* x^2$	0,974	2004	$\hat{y} = 1,33 + 0,769905^{***} x$	0,827
2005	$\hat{y} = 1,75 + 1,49917^{***} x$	0,965	2005	$\hat{y} = 1,96 + 0,863810^{**} x$	0,828
CGATRNC			CGFRNC		
2003	$\hat{y} = 1,06 + 2,08369^{**} x^{0,5} + 0,27206 x$	0,987	2003	$\hat{y} = 1,45 + 1,25448^{***} x$	0,938
2004	$\hat{y} = 0,95 - 1,44346 x^{0,5} + 5,46728^o x - 2,50396^o x^{1,5}$	0,985	2004	$\hat{y} = 1,11 + 2,13276^{**} x - 0,9333^* x^2$	0,999
2005	$\hat{y} = 1,47 + 2,52881^{***} x - 0,587550^{**} x^2$	0,993	2005	$\hat{y} = 1,70 + 2,75600^{**} x - 1,12635^o x^2$	0,898

CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Com base na média dos teores foliares, estimados para a condição de máxima eficiência econômica, de Ca (Ca_{MEE}) e de Mg (Mg_{MEE}), nos três anos (Quadro 26), verifica-se que nas aplicações de calcário em área total os teores de Ca_{MEE} e de Mg_{MEE} (8,01 e 3,41 g/kg, respectivamente) foram maiores que nas aplicações em faixa (6,98 e 2,41 g/kg, respectivamente). Entretanto, nos três anos, os teores de Ca e de Mg ficaram, consistentemente, abaixo da faixa de suficiência para o cafeeiro, 10,0-13,4 g/kg para Ca e de 3,6-5,2 g/kg para Mg (Martinez et al., 2003).

Quadro 26. Teores foliares de cálcio e magnésio relacionados à máxima eficiência econômica (MEE) de acordo com o manejo da calagem ou da calagem e gessagem para o cafeeiro, em área total e em faixa, em diferentes anos

Manejo	Teores					
	Ca			Mg		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
	----- g/kg -----					
	Área Total					
Testemunha	5,85	3,55	6,46	1,09	0,95	1,47
1 CATSR	8,44	4,76	8,21	3,43	2,34	3,72
2 CGATSR	9,41	5,49	8,90	3,68	2,43	3,65
3 CGATRPP	10,54	5,73	10,02	4,13	2,60	3,82
4 CGATRNC	9,51	6,00	9,09	4,00	2,78	4,35
<i>Média</i>	9,48	5,50	9,05	3,81	2,54	3,89
	Faixa					
<i>Testemunha</i>	5,37	4,25	5,96	1,24	1,10	1,72
5 CFRPP	7,12	4,68	6,73	2,28	1,68	2,26
6 CGFRPP	9,07	5,30	9,76	3,05	2,15	2,67
7 CFRNC	7,03	4,33	6,96	2,61	1,78	2,46
8 CGFRNC	8,08	4,72	9,99	2,58	2,27	3,17
<i>Média</i>	7,82	4,76	8,36	2,63	1,97	2,64

CATSR (calagem em área total, sem reposição); CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem).

Para os manejos, CGATRPP e CGATRNC, verificou-se que houve maiores teores de Ca e de Mg na folha, cabendo ressaltar que a reposição da calagem e gessagem em área total foi realizada somente em 2001.

Os teores foliares de Ca_{MEE} para os anos de 2003, 2004 e 2005 foram, respectivamente, 9,48; 5,50 e 9,05 g/kg em área total e 7,82; 4,76 e 8,36 g/kg em faixa. Para Mg_{MEE} estes teores foram 3,81; 2,54 e 3,89 g/kg em área total e 2,63; 1,97

e 2,64 g/kg em faixa, ficando abaixo da faixa de suficiência. Garcia et al. (1980) não conseguiram que os teores foliares de Ca em café Catuaí alcançassem à faixa de suficiência, mesmo após a aplicação de 32 t/ha de calcário calcítico. Chaves et al. (1984), também em café, obtiveram teores foliares de Ca menores que 13 g/kg, após aplicação de 10 t/ha de calcário.

Mesmo com elevados incrementos dos teores foliares em relação à testemunha, os teores, ainda assim, ficaram abaixo da faixa de suficiência, mas, as produtividades não foram afetadas negativamente, resultando em incrementos sobre a testemunha de 34,35; 75,44 e 42,11 % nas aplicações de calcário em área total e de 29,34; 54,50 e 51,67 % nas aplicações em faixa, para os anos de 2003, 2004 e 2005, respectivamente.

Os incrementos em relação à testemunha, dos teores de Ca_{MEE} e de Mg_{MEE} , para os anos de 2003, 2004 e 2005 foram, respectivamente, de 62,0; 55,9 e 40,1 % em área total e 45,7; 111,9 e 40,3 em faixa para Ca_{MEE} e de 249,7; 166,9 e 164,3 % em área total e de 112,2; 79,1 e 53,5 % em faixa para Mg_{MEE} .

5. RESUMO E CONCLUSÃO

A cafeicultura de Minas Gerais está implantada em sua maior parte, em solos de Cerrado, em sua quase maioria Latossolos.

Os objetivos deste trabalho foram comparar a eficiência produtiva do cafeeiro em resposta ao manejo do calcário ou do calcário e gesso aplicados em área total ou faixa, determinar doses ótimas para o plantio e a reposição nos anos seguintes e determinar taxas de recuperação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} nas análises de solos, para diferentes profundidades, do terceiro ao sétimo ano após a calagem pré-plantio, visando comparar a reação do solo em resposta às doses de calcário e calcário e de calcário e gesso.

Os fatores em estudo foram: aplicação de calcário ou calcário e gesso, divididos em duas estratégias em área total ou faixa, que pela reposição de calcário ou calcário e gesso resultaram em oito manejos: quatro em área total (calagem sem reposição (CATSR); calagem e gessagem sem reposição (CGATSR); calagem e gessagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGATRPP) e calagem e gessagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CGATRNC)) e quatro em faixa (calagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CFRPP); calagem e gessagem com reposição de doses proporcionais às de plantio (CGFRPP); calagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CFRNC) e calagem e gessagem com reposição correspondente à necessidade de calagem (CGFRNC)) e, seis doses de calcário, em que em área total corresponderam a 0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,4 NC e, em faixa, a 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,50 NC. Na definição dos tratamentos, utilizou-se a matriz experimental mista, Baconiana com Fatorial [(21 + 2) + 21], em que (21 + 2) correspondem a tratamentos que receberam aplicação em área total e os outros 21 em faixa. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela útil constou de duas fileiras, com quatro plantas por fileira.

As aplicações de calcário em área total e, ou, em faixa, resultaram em produções, na segunda colheita (2003) que, em média, diferiram com maior produtividade em área total em relação à faixa, e na terceira (2004) e quarta colheita (2005), em média, as duas estratégias não diferiram entre si. A forma da reposição da calagem não resultou em aumento de produção de café, nas quatro colheitas. O uso de gesso, em média, não promoveu diferenças em produtividade, nas quatro

colheitas, mas resultou em movimentação de Ca^{2+} e de Mg^{2+} até a última profundidade entre 25 e 50 cm. As características químicas do solo modificaram-se diferencialmente devido à aplicação de calcários de diferentes reatividades, apesar de não ter havido, na produtividade do cafeeiro, efeito diferenciado em resposta à reatividade.

O manejo da calagem em faixa com reposição a partir do segundo ano, de doses proporcionais às de plantio (CFRPP) seria a melhor opção visando obter maior retorno líquido com menor investimento. É importante verificar que neste estudo leva-se em consideração somente o custo da calagem ou calagem e gessagem. O custo total para aplicação da calagem, para todos os manejos foi, em média, de R\$/ha 438,27 e o retorno líquido anual de R\$/ha 1.639,44.

Apesar dos resultados indicarem, de forma geral, nos diferentes manejos em relação à testemunha, maior elevação do pH, maior redução dos teores de Al^{3+} e maior elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} no solo, em média, não houve diferença significativa na produtividade de café entre os manejos, porém houve incrementos em relação à testemunha de até 75,44 %.

As taxas de recuperação de Ca^{2+} foram menores que as de Mg^{2+} , tanto em área total como em faixa (para o ano de 2000). Em 2001, nos manejos em área total, os teores praticamente não diferiram, enquanto nos manejos em faixa, foi maior para Ca^{2+} que para Mg^{2+} e na média, para 2003 a 2005 as taxas de recuperação, tanto para Ca^{2+} como para Mg^{2+} , decresceram em profundidade.

Nas doses estimadas para a máxima eficiência econômica, os valores de pH_{MEE} foram classificados em muito baixos e, em sua maioria, baixos; os teores de os $\text{Al}^{3+}_{\text{MEE}}$ variaram de médio a alto e os teores de $\text{Ca}^{2+}_{\text{MEE}}$ e de $\text{Mg}^{2+}_{\text{MEE}}$ variaram de muito baixos a baixos. Na folha os teores de Ca_{MEE} e de Mg_{MEE} ficaram, consistentemente, abaixo da faixa de suficiência.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café
<http://www.abic.com.br/estat_exporta_ppaises.html>. Acesso em: 5 dez. 2006.
- ALCARDE, J.C.; PAULINO, V.T. & DERNADIM, J.S. Avaliação da reatividade de corretivos da acidez do solo. R. Bras. Ci. Solo, 13:387-392, 1989.
- ALCORDO, I.S. & RECHCIGL, J.E. Phosphogypsum in agriculture. A Review. Adv. Agron. 118:49-55, 1993.
- ALVAREZ V., V.H. & RIBEIRO. Calagem. IN: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999a. p.44-60.
- ALVAREZ V., V.H. Avaliação da fertilidade do solo. (Superfícies de resposta – Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, 1985. 75p. (Texto acadêmico)
- ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, A.C. & SOUZA, R.B. Uso de gesso agrícola. IN: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999b. p.67-78.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E. & OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente, B. Inf. Soc. Bras.Ci. Solo, 52:27-32, 2000.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. IN: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999c. p.25-32.

- BALDOTTO, M. A. Manejo da calagem e da gessagem para o cafeeiro em Latossolo Vermelho-Amarelo de Patrocínio, Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 80p. (Tese de Mestrado)
- 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.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 136p. (Tese de Doutorado)
- BRAGA, F.A.; VALE, F.R. & MUNIZ, J.A. Movimentação de nutrientes no solo, crescimento e nutrição mineral do eucalipto, em função de doses de gesso e níveis de irrigação. R. Bras. Ci. Solo, 19:69-77, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 4, de 2/08/2004.
- CAMERON, R.S.; RITCHIE, G.S.P. & ROBSON, A.D. Relative toxicities of inorganic aluminum complexes to barley. Soil Sci. Soc. Am. J., 50:1231-1236, 1986.
- CATANI, R.A.; PELLEGRINO, D.; BITTENCOURT, V.C.; JACINTO, A.O. & GRANER, C.A.F. A concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade, 24., Piracicaba, 1967. Anais. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1967. p.97-106.
- CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A. & IGRE, K. Resposta do cafeeiro à calagem. Pesq. Agrop. Bras., 19:573-582,1984.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2006/2007. Terceiro levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3BoletimCafe.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2007.
- CORRÊA, J.B. Associação calcário/gesso na melhoria das condições químicas do solo para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em crescimento. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1992. 104p. (Tese de Mestrado)

- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo (metodologia). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 17p. (Boletim de Extensão, 29)
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; COSTA, L.M. & NOVAIS, R.F. Dinâmica de algumas formas de enxofre em colunas de solos tratados com diferentes doses de fósforo e gesso. R. Bras. Ci. Solo, 18:373-380, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- ERNANI, P.R. & BARBER S.A. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetadas pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo ácido. R. Bras. Ci. Solo, 10:41-46, 1993.
- FARINA, M.P.W. & CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration. II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 52:175-180, 1988.
- FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G. & GUEDES, G.A.A. Fertilidade do solo. Lavras. Universidade Federal de Lavras. FAEPE, 2001 252p. Curso de pós-graduação “lato sensu” à distância. (Texto acadêmico)
- GALLO, P.B.; RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. & PEREIRA, L.A.E. Resposta de cafezais adensados à adubação NPK. Bragantia, 58:341-351, 1999.
- GARCIA, A.W.R. Calagem para o cafeeiro. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C. & SILVA, N.M. eds. Acidez e calagem no Brasil. Campinas, SBCS, 1983. p.309-319.
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M. & FIORAVANTE, N. Doses crescentes de calcário na formação do cafeeiro em LV, fase cerrado. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, CAMPOS DO JORDÃO, 1980. Resumo Expandido. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1980. p.38-41.

GUIMARÃES, P.T.G. & LOPES, A.S. Solos para o cultivo do cafeeiro: características, propriedades e manejo. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHAS, M.& YAMADA, T. eds. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1986.

GUIMARÃES, P.T.G. O uso do gesso agrícola na cultura do cafeeiro. In: II SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, Uberaba, 1982. Anais. São Paulo, Gráfica, 1992.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V.; V.H.; PREZOTTI, L.C.; VIANNA, L.C.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B.; LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A.V. C. & OLIVEIRA, J.A. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999. p.289-303.

HODGMAN, C.D. ed. Handbook of Chemistry and Physics. 34 ed. Cleveland, Ohio. Chemical rubber Publishing CO. 1952. 2950p.

HOWARD, D.D. & ADAMS, F. Calcium requirement for penetration of subsoils by primary cotton roots. Soil Sci. Soc. Am. J. 29:558-565, 1965.

IBIAPABA NETTO. Em busca do equilíbrio. Panorama Rural, junho 2003. 26-27p.

LAZZARINI, W.; MORAES, F.R.P.; CERVELLINI, G.D.S.; TOLEDO, S.V.; FIGUEIREDO, J.J.; JUNQUEIRA, A.R.; GONAGIN, A. & FRANCO, C.M. Cultivo de café em Latossolo Vermelho-Amarelo da região de Batatais, SP. Bragantia, 34:229-239, 1975.

LOPES, A.S. & ALVAREZ V.; V.H. Apresentação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999. p.21-24.

- LOPES, A.S. Solos sob “Cerrado”: características, propriedade e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 162p.
- MA, J.; RYAN, P.R. & DELHAIZE, E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Plant Sci.*, 6:273-278, 2001
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFFEIRO, 1. Anais. Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.165-264
- MARQUES, E.S.; FAQUIN, V. & GUIMARÃES, P.G.T. Teores foliares de nutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em resposta a calcário e gesso. *Ci. Agrotec.*, 23:140-151, 1999.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B; ALVAREZ V., V.H. & GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentração de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, 38:703-713, 2003.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. & SOUZA, R.B. de. Diagnose Foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa, CFSEMG, 1999. p.143-168.
- MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B; ALVAREZ V., V.H.; MENEZES, J.F.S.; NEVES, Y.P.; OLIVEIRA, J.A.; ALVARENGA, A.P. & GUIMARÃES, P.T.G. Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé. Viçosa, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2004. 60p. (Boletim Técnico, 72)
- MENDONÇA, E. S. & ROWEL, D. L. Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de um Latossolo argiloso sob cerrado e soja. *R. Bras. Ci Solo*, 18:295-303, 1994.

- MEDONÇA, E. S. Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de Latossolos. R. Bras. Ci. Solo, 19:25-30, 1995.
- MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J.C.C., REIN, T.A. & GOMES, A.C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. Pesq. Agropec. Bras., 40:563-572, 2005.
- MORAES, J.F.V. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro. Pesq. Agropec. Bras. 26:85-97, 1991.
- NICHOL., B.E. & OLIVEIRA, L.A. Effects of aluminium on the growth and distribution of calcium in roots of an aluminium-sensitive cultivar of barley (*Hordeum vulgare*). Can. J. Bot., 73:1849-1858, 1995.
- PAVAN, M. A. Comportamento do gesso nos solos das regiões tropicais e subtropicais. Piracicaba, SP, POTAFOS, 1986, 12p. (Informações Agronômicas, 35).
- PAVAN, M.A. & BIRGHAM, F.T. Toxicity of aluminium to coffee seedlings grown in nutrient solution. Soil Sci. Soc. Am. J., 46:993-997, 1982
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminum following lime or gypsum application to a Brazilian Oxisol. Soil Sci., 48:33-38, 1984.
- PEREIRA, J.E. & SANTINATO, F. Efeito de níveis de calagem em Latossolo Vermelho-Amarelo húmico sobre o desenvolvimento do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6, Ribeirão Preto, 1978. Resumo expandido. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1978. p.377-380. CD-ROM
- PREZOTTI, L.C. Sistema para recomendação de corretivos e de fertilizantes para a cultura do café arábica. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 93p. (Tese de Doutorado)
- QUAGGIO, J.A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

- QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R. & RAIJ, B. Van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. R. Bras. Ci. Solo, 6:189-194, 1982.
- RAIJ, B. Van. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988. 88p.
- RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise de solos para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- REEVE, N.G. & SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal Oxisols by leaching of surface-applied amendments. Agrochemophysics, 4:1-6, 1972.
- REIS, G. N.; MATIELLO, J. B. & SANTINATO, R. Doses e modo de aplicação de calcário na formação do cafeeiro na região do planalto de Vitória da Conquista-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. Anais. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1981. p.69-71.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. Soil Sci., 133:378-382, 1982.
- RITCHEY, K.D.; SOUZA D.M.G.; LOBATO, E.; CORRÊA O. Calcium leaching to increasing rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. Soil Sci., 72: 40-44, 1980.
- ROSOLEM, C.A. & MACHADO, J.R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois Latossolos. R. Bras. Ci. Solo, 8:97-102, 1984.
- SANTINATO, R.; BARROS, U.V. & FIGUEIREDO, J.P. Efeitos de diferentes calcários na produção do cafeeiro em solo LVA – Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983. p.18-20.
- SANTINATO, R.; MATIELLO, J.B.; PREGELLI, H. & COSTA, E.C. Doses crescentes e modo de aplicação de calcário dolomítico na formação do cafeeiro

em solo LVA fase arenosa em Bandeirantes - MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13, São Lourenço, 1986. Resumo Expandido. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1986. p.59 -60.

SILVEIRA, D.A. Calagem e gessagem em cafeeiro (*Coffea arabica* L.): produção, características químicas do solo e desenvolvimento radicular. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1995. 87p. (Tese de Mestrado)

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G & LOBATO, E. Ed. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.81-96

VIANA, A.S.; GARCIA, A.W.R.; LACERDA, M.P. & ANDRADE, P.C. Estudo sobre calagem complementar em cafezal, em solo LEd fase cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16, Campinas, 1987. Resumo Expandido. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1987. p.219-225.

WADT, P.G.S. & WADT, L.H.O. Movimentação de cátions em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo incubadas com duas fontes de cálcio. Sci. Agric., 56:1157-1164, 1999.

ANEXOS

Anexo 1. Capacidade de troca catiônica efetiva (t) no solo, de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Tratamento	t									
	2003		2004			2005				
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
-----cmolc/dm ³ -----										
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	2,57	2,00	2,11	2,40	1,66	2,20	1,88	1,17	1,58
2	0,4 AT G 0 65 SR	2,43	1,90	2,18	2,24	1,63	1,81	1,25	1,01	1,40
3	0,8 AT G 0 65 SR	2,30	2,88	2,45	2,15	1,88	1,72	1,51	1,29	1,33
4	1,2 AT G 0 65 SR	1,99	2,27	2,92	2,01	1,87	2,06	1,42	1,20	1,33
5	1,6 AT G 0 65 SR	2,19	2,35	3,73	1,69	2,09	2,03	1,17	1,31	1,25
6	2,4 AT G 0 65 SR	2,39	2,50	5,13	1,63	1,59	2,61	1,61	1,33	1,56
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	2,57	2,00	2,11	2,40	1,66	2,20	1,88	1,17	1,58
7	0,4 AT G 25 65 SR	2,29	2,07	2,00	2,21	1,69	1,75	1,73	1,29	1,34
8	0,8 AT G 25 65 SR	2,03	2,08	2,09	2,59	1,65	1,41	1,56	1,23	1,52
9	1,2 AT G 25 65 SR	2,14	2,05	2,30	2,07	1,52	1,79	1,66	1,17	1,72
10	1,6 AT G 25 65 SR	2,06	1,75	3,42	2,02	1,74	1,93	1,50	1,18	1,54
11	2,4 AT G 25 65 SR	1,98	1,57	4,90	2,09	1,51	2,86	1,51	1,14	1,77
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o 11 ^{1/} RPP ^{9/} G 25 76 ^{7/}	2,57	2,00	2,11	2,40	1,66	2,20	1,88	1,17	1,58
12	0,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,61	1,74	2,20	2,27	1,64	1,83	1,75	1,15	1,46
13	0,8 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,43	2,07	2,49	2,23	1,72	1,93	1,63	1,10	1,51
14	1,2 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,87	2,19	3,21	2,06	1,50	2,16	1,56	1,14	1,61
15	1,6 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,50	2,15	4,04	2,06	2,02	2,54	1,67	2,35	1,70
16	2,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,16	1,97	3,90	2,25	2,02	2,54	2,09	1,73	1,77
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o RNC ^{10/} G 25 76	2,57	2,00	2,11	2,40	1,66	2,20	1,88	1,17	1,58
17	0,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	2,17	2,49	1,98	2,26	1,95	1,68	1,43	1,18	1,37
18	0,8 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	2,18	2,41	2,25	2,23	1,98	1,90	1,51	1,28	1,46
19	1,2 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	2,18	2,14	2,84	2,14	1,79	2,40	1,55	1,19	1,61
20	1,6 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	2,37	2,34	2,81	2,36	1,74	2,29	1,57	1,10	1,68
21	2,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	2,61	2,26	5,25	2,27	1,81	2,84	1,57	1,35	1,83
22	1,6 AT G 0 76 SR	2,38	2,39	7,59	2,14	1,23	3,23	1,57	0,87	1,73
23	1,6 AT G 25 76 3 ^o RNC G 25 76	1,67	1,83	3,81	1,79	1,53	1,96	1,58	1,12	2,05
24.1 ^{2/}	0,00 F ^{5/} G 0 76 2 ^o + 11 ^{1/} RPP G 0 76	2,66	1,74	2,20	2,59	1,56	2,11	2,23	1,20	1,53
25	0,25 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	2,19	1,73	2,17	2,38	1,56	1,82	1,75	1,06	1,45
26	0,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	2,11	2,19	2,12	2,33	1,74	1,60	1,70	1,13	1,44
27	0,75 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	2,17	2,40	2,98	2,23	2,55	1,71	1,52	1,27	1,41
28	1,00 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	2,13	2,46	2,81	2,27	2,45	2,10	1,58	1,20	1,61
29	1,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	1,98	2,44	3,62	2,12	2,15	2,55	1,46	1,51	1,40
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,66	1,74	2,20	2,59	1,56	2,11	2,23	1,20	1,53
30	0,25 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,54	1,79	2,13	2,30	1,73	1,65	1,62	1,15	1,49
31	0,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,79	1,58	2,33	2,35	1,69	2,05	1,59	1,15	1,67
32	0,75 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,60	2,07	2,50	2,36	1,80	2,04	1,35	1,17	2,06
33	1,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,38	2,38	2,65	2,19	1,97	2,48	1,41	1,16	1,99
34	1,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	1,55	2,16	3,18	2,22	2,13	2,72	1,41	1,29	2,17
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,66	1,74	2,20	2,59	1,56	2,11	2,23	1,20	1,53
35	0,25 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,35	1,78	2,33	2,20	1,69	1,62	1,73	1,19	1,54
36	0,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,61	1,87	2,53	2,28	1,84	1,71	1,58	1,16	1,55
37	0,75 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,60	1,81	3,18	2,34	1,76	1,96	1,54	1,11	1,59
38	1,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,52	1,89	3,85	2,32	1,75	2,58	1,59	1,18	1,43
39	1,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,42	1,96	3,68	2,32	1,70	2,41	1,58	1,10	1,33
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,66	1,74	2,20	2,59	1,56	2,11	2,23	1,20	1,53
40	0,25 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,38	1,69	2,54	2,47	1,61	2,33	1,59	0,92	1,53
41	0,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,41	1,72	2,85	2,45	1,70	2,16	1,51	1,05	1,47
42	0,75 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,28	1,87	2,86	2,43	1,61	2,50	1,40	0,89	1,57
43	1,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,06	2,18	3,17	2,28	1,91	2,47	1,40	1,18	1,53
44	1,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,24	2,32	3,81	2,39	2,09	2,58	1,50	1,47	2,11

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3^o ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2^o +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 2. Produtividade de café beneficiado de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, na segunda, terceira e quarta colheitas, para o primeiro e segundo biênio e para a produtividade total

Tratamento	Produtividade					Total	
	2ª Colheita	1º Biênio	3ª Colheita	4ª Colheita	2º Biênio		
	----- sc/ha -----						
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	30,19	36,85	12,38	33,48	45,86	82,71
2	0,4 AT G 0 65 SR	48,30	70,29	16,01	50,10	66,11	136,40
3	0,8 AT G 0 65 SR	45,91	63,56	23,11	52,24	75,35	138,91
4	1,2 AT G 0 65 SR	47,41	60,14	26,28	53,75	80,03	140,17
5	1,6 AT G 0 65 SR	41,37	52,36	22,05	52,54	74,59	126,95
6	2,4 AT G 0 65 SR	33,82	48,27	24,46	48,92	73,38	121,65
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	30,19	36,85	12,38	33,48	45,86	82,71
7	0,4 AT G 25 65 SR	37,74	59,43	16,91	36,54	53,45	112,88
8	0,8 AT G 25 65 SR	47,10	65,04	20,85	62,81	83,66	148,70
9	1,2 AT G 25 65 SR	41,37	65,96	29,59	55,27	84,86	150,82
10	1,6 AT G 25 65 SR	43,19	64,02	32,16	46,51	78,67	142,69
11	2,4 AT G 25 65 SR	43,18	56,78	20,43	56,46	76,89	133,67
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3º ^{11/} RPP ^{9/} G 25 76 ^{7/}	30,19	36,85	12,38	33,48	45,86	82,71
12	0,4 AT G 25 65 3º RPP G 25 76	37,14	52,19	17,19	41,67	58,86	111,05
13	0,8 AT G 25 65 3º RPP G 25 76	38,35	59,76	21,44	55,56	77,00	136,76
14	1,2 AT G 25 65 3º RPP G 25 76	49,52	70,21	23,28	61,6	84,88	155,09
15	1,6 AT G 25 65 3º RPP G 25 76	42,89	74,42	34,57	45,91	80,48	154,90
16	2,4 AT G 25 65 3º RPP G 25 76	49,22	64,26	23,40	35,03	58,43	122,69
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3º RNC ^{10/} G 25 76	30,19	36,85	12,38	33,48	45,86	82,71
17	0,4 AT G 25 65 3º RNC G 25 76	33,51	47,40	20,22	49,52	69,74	117,14
18	0,8 AT G 25 65 3º RNC G 25 76	39,85	62,42	22,66	55,56	78,22	140,64
19	1,2 AT G 25 65 3º RNC G 25 76	40,48	66,81	26,87	49,71	76,58	143,39
20	1,6 AT G 25 65 3º RNC G 25 76	46,80	67,63	27,93	49,49	77,42	145,05
21	2,4 AT G 25 65 3º RNC G 25 76	45,59	64,11	22,34	48,92	71,26	135,37
22	1,6 AT G 0 76 SR	39,86	61,27	26,42	45,29	71,71	132,98
23	1,6 AT G 25 76 3º RNC G 25 76	44,69	61,18	26,87	50,43	77,30	138,48
24.1 ^{2/}	0,0 F ^{5/} G 0 76 2º + ^{11/} RPP G 0 76	29,28	37,67	15,10	29,59	44,69	82,36
25	0,25 F G 0 76 2º + RPP G 0 76	39,94	56,14	22,04	56,77	78,81	134,95
26	0,50 F G 0 76 2º + RPP G 0 76	41,68	61,93	27,78	47,43	75,21	137,14
27	0,75 F G 0 76 2º + RPP G 0 76	38,95	60,94	28,4	43,48	71,88	132,82
28	1,00 F G 0 76 2º + RPP G 0 76	38,36	59,34	24,96	48	72,96	132,30
29	1,50 F G 0 76 2º + RPP G 0 76	37,43	59,85	21,29	43,48	64,77	124,62
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	29,28	37,67	15,10	29,59	44,69	82,36
30	0,25 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	30,50	44,68	25,21	41,07	66,28	110,96
31	0,50 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	37,44	62,61	29,44	42,88	72,32	134,93
32	0,75 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	41,97	68,01	24,48	51,33	75,81	143,82
33	1,00 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	38,96	59,37	23,55	48,94	72,49	131,86
34	1,50 F G 25 76 2º + RPP G 25 76	47,99	68,82	16,66	52,49	69,15	137,97
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	29,28	37,67	15,10	29,59	44,69	82,36
35	0,25 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	39,56	63,29	24,47	47,09	71,56	134,85
36	0,50 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	39,55	64,43	32,3	49,56	81,86	146,29
37	0,75 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	41,06	69,13	22,67	57,21	79,88	149,01
38	1,00 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	43,48	64,02	22,21	50,45	72,66	136,68
39	1,50 F G 0 76 2º + RNC G 0 76	38,04	56,84	20,84	45,89	66,73	123,57
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	29,28	37,67	15,10	29,59	44,69	82,36
40	0,25 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	39,55	59,51	19,93	42,51	62,44	121,95
41	0,50 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	40,78	62,48	25,82	46,81	72,63	135,11
42	0,75 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	38,65	66,71	30,80	46,82	77,62	144,33
43	1,00 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	38,35	58,47	29,00	50,71	79,71	138,18
44	1,50 F G 25 76 2º + RNC G 25 76	39,55	62,41	27,63	45,87	73,50	135,91

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3º ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2º +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 3. Valores de pH do solo de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Tratamento	pH									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88
2	0,4 AT G 0 65 SR	4,11	4,01	4,11	4,31	4,47	4,51	4,33	4,25	4,06
3	0,8 AT G 0 65 SR	4,19	4,08	4,38	4,90	4,75	4,84	4,63	4,51	4,20
4	1,2 AT G 0 65 SR	4,57	4,16	4,42	4,58	4,44	4,60	4,65	4,57	4,30
5	1,6 AT G 0 65 SR	5,12	4,44	4,54	4,85	4,59	4,60	4,94	4,68	4,31
6	2,4 AT G 0 65 SR	5,20	4,64	4,95	4,81	4,45	4,62	5,72	5,18	4,76
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88
7	0,4 AT G 25 65 SR	4,15	4,35	4,23	4,82	4,63	4,59	4,29	4,37	4,11
8	0,8 AT G 25 65 SR	4,57	4,34	4,29	4,67	4,67	4,77	4,31	4,23	4,08
9	1,2 AT G 25 65 SR	4,38	4,39	4,32	4,64	4,71	4,89	4,47	4,42	4,18
10	1,6 AT G 25 65 SR	4,48	4,31	4,59	4,64	4,72	4,64	4,77	4,61	4,42
11	2,4 AT G 25 65 SR	4,68	4,36	4,59	4,74	4,69	4,74	5,31	5,05	4,74
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3° ^{11/} RPP ^{9/} G25 76 ^{7/}	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88
12	0,4 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	4,39	4,13	4,09	4,33	4,38	4,33	4,25	4,29	4,04
13	0,8 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	4,22	4,33	4,40	4,30	4,53	4,43	4,46	4,37	4,22
14	1,2 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	4,56	4,30	4,47	4,52	4,57	4,56	4,98	4,78	4,53
15	1,6 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	4,71	4,32	4,69	4,83	4,84	4,76	5,18	4,87	4,60
16	2,4 AT G 25 65 3° RPP G 25 76	5,05	4,52	5,09	4,78	4,78	4,90	5,36	5,13	4,63
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3° RNC ^{10/} G 25 76	4,00	3,87	3,99	4,21	4,30	4,47	3,99	3,83	3,88
17	0,4 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	4,15	4,17	4,34	4,49	4,59	4,51	4,22	4,19	3,99
18	0,8 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	4,24	4,32	4,25	4,67	4,85	5,00	4,40	4,41	4,28
19	1,2 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	4,43	4,21	4,54	4,39	4,54	4,50	4,96	4,70	4,57
20	1,6 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	4,52	4,23	4,59	4,51	4,70	4,65	4,66	4,54	4,43
21	2,4 AT G 25 65 3° RNC G 25 76	5,17	4,38	4,72	4,69	4,67	4,62	5,52	4,99	4,80
22	1,6 AT G 0 76 SR	5,19	4,49	4,69	4,35	4,61	4,47	6,14	5,39	4,86
23	1,6 AT G 25 76 3° RNC G 25 76	5,23	4,47	4,75	4,36	4,43	4,36	5,24	4,73	4,77
24.1 ^{2/}	0,00 F ^{5/} G 0 76 2° + ^{11/} RPP G 0 76	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97
25	0,25 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	4,16	4,02	4,10	4,28	4,48	4,31	4,26	4,16	4,04
26	0,50 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	4,17	3,87	4,18	4,39	4,43	4,55	4,51	4,43	4,28
27	0,75 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	4,34	3,99	4,38	4,87	5,05	5,03	4,68	4,53	4,62
28	1,00 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	4,45	3,99	4,47	4,56	4,46	4,48	4,69	4,65	4,29
29	1,50 F G 0 76 2° + RPP G 0 76	4,81	4,34	4,75	4,60	4,55	4,50	5,01	5,02	4,78
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97
30	0,25 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	4,22	3,89	4,18	4,29	4,49	4,48	4,24	4,36	4,35
31	0,50 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	4,21	4,04	4,23	4,23	4,40	4,40	4,44	4,53	4,44
32	0,75 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	4,24	3,98	4,27	4,47	4,41	4,38	4,46	4,45	4,63
33	1,00 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	4,46	4,04	4,41	4,70	4,62	4,48	4,57	4,62	4,70
34	1,50 F G 25 76 2° + RPP G 25 76	5,06	4,14	4,69	4,69	4,65	4,46	4,87	4,88	4,87
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97
35	0,25 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	4,22	4,06	4,15	4,28	4,38	4,51	4,70	4,55	4,36
36	0,50 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	4,27	4,19	4,26	4,54	4,57	4,55	4,50	4,59	4,38
37	0,75 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	4,35	4,04	4,35	4,55	4,70	4,69	4,80	4,65	4,42
38	1,00 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	4,38	3,96	4,42	4,34	4,43	4,37	4,98	5,01	4,59
39	1,50 F G 0 76 2° + RNC G 0 76	4,56	4,11	4,42	4,34	4,50	4,37	5,06	4,88	4,70
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	3,98	3,92	4,01	4,16	4,15	4,18	4,17	4,06	3,97
40	0,25 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	4,23	3,99	4,26	4,44	4,45	4,42	4,68	4,69	4,53
41	0,50 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	4,22	3,92	4,37	4,47	4,51	4,46	4,53	4,41	4,48
42	0,75 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	4,23	3,96	3,41	4,47	4,49	4,39	4,56	4,67	4,53
43	1,00 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	4,41	4,05	4,44	4,38	4,47	4,43	4,63	4,66	4,48
44	1,50 F G 25 76 2° + RNC G 25 76	4,42	4,27	4,58	4,64	4,75	4,84	5,07	5,05	4,90

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3° ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2° +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 4. Análises de variância para valores de pH do solo, em diferentes anos e camadas amostradas

Fonte de Variação	GL	QM								
		pH								
		2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
Bloco	2	1,03443**	0,08780	1,23726**	0,01392	0,20051*	0,05965	1,85471**	2,11546**	1,64836**
C ₁ ^{2/} Área total vs Faixa	1	0,79358**	1,54381**	0,63734*	0,6307*	0,362*	1,05404**	0,13262	0,15275	0,75256**
C ₂ CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	1	0,07259	0,02771	0,11085	0,18584	0,01161	0,08168	0,23520	0,06601	0,08445
C ₃ CGATRPP vs CGATRNC	1	0,04551	0,02102	0,02151	0,00018	0,01604	0,02103	0,05444	0,09302	0,00054
C ₄ CATSR vs CGATSR	1	0,21623	0,04134	0,03674	0,00040	0,12367	0,05367	0,30988*	0,06250	0,00174
C ₅ CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	1	0,08405	0,00761	0,12751	0,05173	0,01150	0,00020	0,40051*	0,29645**	0,01561
C ₆ CFRPP vs CGFRPP	1	0,01778	0,00360	0,00302	0,02778	0,04067	0,11334	0,08410	0,00054	0,23847*
C ₇ CFRNC vs CGFRNC	1	0,01690	0,00751	0,07471	0,02947	0,00218	0,00071	0,08123	0,01000	0,05522
C _{A1} CFRPP vs CFRNC	1	0,00538	0,00562	0,02054	0,10890	0,04000	0,03674	0,19803	0,19951*	0,04623
C _{A2} CGFRPP vs CGFRNC	1	0,11334	0,00234	0,13080	0,00007	0,00234	0,02947	0,20250	0,10454	0,00147
C _{A3} PRNT 1,6 NC ^{3/} d/ CATSR	1	0,00667	0,00375	0,03527	0,38002	0,00027	0,02282	2,17202**	0,76327**	0,45927**
C _{A4} PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	1	0,41082*	0,03527	0,00427	0,32667	0,24402	0,24402	0,00540	0,29400	0,04507
Nível NC ^{3/} d/M1 ^{4/}	5	0,82652**	0,24934**	0,34402*	0,26398*	0,07089	0,05060	1,05043**	0,61039**	0,26246**
NC d/M2	5	0,19948	0,11506	0,15419	0,13613	0,07519	0,06381	0,64056**	0,48989**	0,27449**
NC d/M3	5	0,40993**	0,14485	0,48466**	0,20607	0,13349	0,14227	0,89595**	0,66737**	0,29623**
NC d/M4	5	0,51021**	0,09315	0,20678	0,09810	0,10125	0,11549	0,91569**	0,48831**	0,36073**
NC d/M5	5	0,25332**	0,08397	0,22471	0,19607	0,26066**	0,25592*	0,28834**	0,36073**	0,3031**
NC d/M6	5	0,41998**	0,02473	0,15934	0,16590	0,09956	0,03901	0,18722*	0,22317**	0,29937**
NC d/M7 ^{7/}	5	0,11095	0,02951	0,07876	0,06965	0,10559	0,09334	0,31972**	0,32437**	0,18585**
NC d/M8	5	0,07773	0,05390	0,53874**	0,07346	0,11003	0,13773	0,24967*	0,32667**	0,26305**
Resíduo		0,07313	0,06937	0,10566	0,09775	0,06368	0,09929	0,07706	0,04238	0,03969
CV (%)		6,05	6,31	7,4	6,91	5,53	6,91	5,87	4,46	4,49

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Contrastes; ^{3/}NC = Necessidade de calagem; ^{4/}Manejos: M1 = CATSR (calagem em área total, sem reposição); M2 = CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); M3 = CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M4 = CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); M5 = CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M6 = CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M7 = CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e M8 = CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem); *, ** Significância a 5,0 e 1,0 % de probabilidades.

Anexo 5. Teores da acidez trocável (Al^{3+}) do solo, de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Tratamento	Al^{3+}									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
	----- cmolc/dm ³ -----									
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18
2	0,4 AT G 0 65 SR	1,87	1,87	0,87	1,28	1,07	0,53	1,17	1,30	0,95
3	0,8 AT G 0 65 SR	1,60	1,60	0,97	1,15	1,04	0,57	0,85	0,87	0,80
4	1,2 AT G 0 65 SR	1,00	1,23	0,80	1,09	1,02	0,64	1,00	0,60	0,77
5	1,6 AT G 0 65 SR	0,30	0,73	0,47	1,03	0,90	0,63	0,45	0,40	0,45
6	2,4 AT G 0 65 SR	0,23	0,60	0,30	0,89	0,55	0,54	0,13	0,25	0,27
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18
7	0,4 AT G 25 65 SR	1,73	1,80	1,27	1,18	1,03	0,68	1,23	1,28	0,90
8	0,8 AT G 25 65 SR	1,47	1,60	1,07	1,17	0,92	0,56	1,03	0,85	0,82
9	1,2 AT G 25 65 SR	1,33	1,53	1,03	1,10	0,70	0,47	0,95	0,92	0,83
10	1,6 AT G 25 65 SR	1,07	1,23	0,70	0,85	0,73	0,40	0,75	0,63	0,57
11	2,4 AT G 25 65 SR	0,63	1,07	0,60	0,48	0,61	0,30	0,22	0,37	0,45
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o 11 ^{1/} RPP ^{9/} G 25 76 ^{7/}	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18
12	0,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	2,07	1,87	1,27	1,18	1,10	0,57	1,27	1,23	1,02
13	0,8 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	1,67	1,60	0,90	1,14	0,92	0,55	1,07	1,15	0,97
14	1,2 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	1,33	1,40	0,77	1,03	0,75	0,43	0,85	0,82	0,72
15	1,6 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,90	1,27	0,67	0,55	0,66	0,45	0,45	0,57	0,57
16	2,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,43	0,73	0,43	0,42	0,54	0,41	0,18	0,30	0,50
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o RNC ^{10/} G 25 76	2,00	2,03	1,47	1,47	1,26	0,71	1,47	1,55	1,18
17	0,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	1,53	1,67	0,90	1,25	1,27	0,60	1,23	1,23	0,93
18	0,8 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	1,47	1,60	0,87	0,90	0,96	0,45	1,03	1,13	0,88
19	1,2 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	1,27	1,33	0,77	1,03	0,80	0,48	0,75	0,80	0,72
20	1,6 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	1,07	1,47	0,67	1,03	0,69	0,40	0,53	0,67	0,62
21	2,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,37	1,27	0,60	0,74	0,64	0,37	0,17	0,33	0,35
22	1,6 AT G 0 76 SR	0,33	0,87	0,53	1,38	0,67	0,40	0,15	0,17	0,35
23	1,6 AT G 25 76 3 ^o RNC G 25 76	0,30	0,60	0,50	1,00	0,92	0,50	0,35	0,45	0,45
24.1 ^{2/}	0,00 F ^{5/} G 0 76 2 ^o + 11 ^{1/} RPP G 0 76	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12
25	0,25 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	1,67	1,93	1,27	1,16	1,05	0,57	1,30	1,22	1,00
26	0,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	1,53	1,83	1,13	1,06	0,95	0,52	0,98	0,90	0,80
27	0,75 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	1,57	1,67	0,80	0,82	0,92	0,35	1,10	0,72	0,65
28	1,00 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	1,13	1,60	0,80	0,80	0,88	0,29	0,63	0,58	0,60
29	1,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,67	1,27	0,50	0,74	0,85	0,27	0,32	0,32	0,32
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12
30	0,25 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	1,80	1,90	1,17	1,09	1,10	0,59	1,22	1,18	0,95
31	0,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	1,87	1,87	1,10	0,64	0,98	0,52	0,92	0,97	0,83
32	0,75 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	1,77	1,80	0,73	0,91	0,95	0,51	0,83	0,85	0,73
33	1,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	1,27	1,47	0,53	0,88	0,71	0,38	0,60	1,03	0,47
34	1,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,47	1,27	0,47	0,54	0,69	0,34	0,27	0,53	0,43
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12
35	0,25 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	1,90	1,80	1,27	1,15	1,11	0,60	1,27	0,97	0,87
36	0,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	1,80	1,73	1,00	0,94	0,97	0,50	1,02	0,87	0,70
37	0,75 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	1,67	1,60	0,90	0,79	0,82	0,39	0,93	0,80	0,62
38	1,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	1,47	1,57	0,90	0,81	0,72	0,34	0,68	0,72	0,47
39	1,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	1,13	1,53	0,77	0,68	0,63	0,31	0,40	0,57	0,30
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	2,27	2,20	1,80	1,35	1,21	0,78	1,47	1,42	1,12
40	0,25 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	1,87	1,93	1,10	1,00	0,95	0,47	1,13	1,22	0,72
41	0,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	1,73	1,87	0,90	0,91	0,82	0,41	0,85	1,03	0,60
42	0,75 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	1,53	1,73	0,77	0,82	0,76	0,37	0,77	0,82	0,55
43	1,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	1,27	1,53	0,70	0,75	0,57	0,35	0,65	0,90	0,48
44	1,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	1,33	1,47	0,67	0,70	0,39	0,16	0,38	0,40	0,35

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3^o ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2^o +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 6. Análises de variância para valores de acidez trocável do solo, em diferentes anos e camadas amostradas

Fonte de Variação	GL	QM								
		Al ³⁺								
		2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
Bloco	2	6,43371**	7,89962**	1,2028**	1,1506**	0,94238**	0,3636**	1,13233**	2,33241**	0,84597**
C ₁ ^{2/} Área total vs Faixa	1	3,21007**	2,69507**	0,52563**	0,49702*	0,00422	0,13506*	0,05444	0,00766	0,22562*
C ₂ CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	1	0,01120	0,00593	0,18750	0,00717	0,00982	0,00095	0,05787	0,00148	0,00148
C ₃ CGATRPP vs CGATRNC	1	0,12250	0,05444	0,01361	0,10028	0,04067	0,00284	0,00250	0,00250	0,01778
C ₄ CATSR vs CGATSR	1	0,38028	0,36000	0,40111*	0,11000	0,08314	0,06250	0,08507	0,10028	0,02778
C ₅ CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	1	0,48347	0,00347	0,02722	0,00087	0,22445*	0,02101	0,00087	0,00003	0,16056
C ₆ CFRPP vs CGFRPP	1	0,09000	0,00000	0,06250	0,06503	0,01068	0,03240	0,06250	0,17361	0,00063
C ₇ CFRNC vs CGFRNC	1	0,01361	0,02250	0,12250	0,00810	0,14951	0,03547	0,06674	0,05063	0,01563
C _{A1} CFRPP vs CFRNC	1	0,49000	0,00111	0,02778	0,01068	0,03738	0,00667	0,00028	0,00840	0,04340
C _{A2} CGFRPP vs CGFRNC	1	0,08028	0,01361	0,00444	0,00380	0,22721*	0,08218	0,00063	0,01000	0,12840
C _{A3} PRNT 1,6 NC ^{3/} d/ CATSR	1	0,00167	0,02667	0,00667	0,19082	0,07707	0,07482	0,13500	0,08167	0,01500
C _{A4} PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	1	0,58000*	0,66667**	0,04167	0,30375	0,10140	0,00375	0,01500	0,02042	0,02042
Nível NC ^{3/} d/M1 ^{4/}	5	1,81333**	1,05156**	0,50222**	0,12393	0,17089**	0,01397	0,70589**	0,78889**	0,33181**
NC d/M2	5	0,70456**	0,37956*	0,32489**	0,34577**	0,17794**	0,07558*	0,55892**	0,55267**	0,20092**
NC d/M3	5	1,23867**	0,64767**	0,44633**	0,48518**	0,22487**	0,03826	0,71981**	0,63981**	0,22158**
NC d/M4	5	0,89833**	0,22989	0,28889**	0,20097	0,22729**	0,04978	0,68214**	0,57414**	0,24747**
NC d/M5	5	0,86722**	0,30367*	0,62633**	0,17333	0,05178	0,11835**	0,54767**	0,49858**	0,25181**
NC d/M6	5	1,18456**	0,333*	0,74667**	0,26088*	0,12718*	0,07446*	0,54933**	0,26981*	0,21722**
NC d/M7 [/]	5	0,44856**	0,18456	0,43122**	0,19073	0,1521**	0,09625**	0,44689**	0,25589*	0,25189**
NC d/M8	5	0,416*	0,22089	0,54889**	0,16408	0,24645**	0,12421**	0,43292**	0,37047**	0,21081**
Resíduo		0,13425	0,12140	0,06885	0,09563	0,04524	0,02814	0,05677	0,08853	0,04430
CV (%)		27,96	23,04	30,65	32,48	24,76	35,77	29,95	36,50	31,29

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Contrastes; ^{3/}NC = Necessidade de calagem; ^{4/}Manejos: M1 = CATSR (calagem em área total, sem reposição); M2 = CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); M3 = CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M4 = CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); M5 = CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M6 = CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M7 = CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e M8 = CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem); *, ** Significância a 5,0 e 1,0 % de probabilidades.

Anexo 7. Teores de cálcio trocável do solo, de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Tratamento	Ca ²⁺									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
	----- cmolc/dm ³ -----									
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
2	0,4 AT G 0 65 SR	0,21	0,10	0,11	0,20	0,22	0,15	0,33	0,25	0,16
3	0,8 AT G 0 65 SR	0,31	0,19	0,19	0,84	0,29	0,24	0,80	0,37	0,22
4	1,2 AT G 0 65 SR	0,48	0,35	0,24	0,63	0,29	0,21	0,98	0,85	0,26
5	1,6 AT G 0 65 SR	0,93	0,45	0,29	0,72	0,58	0,30	1,42	0,88	0,43
6	2,4 AT G 0 65 SR	1,10	0,52	0,58	0,92	0,56	0,39	2,63	1,41	0,89
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
7	0,4 AT G 25 65 SR	0,18	0,09	0,14	0,20	0,23	0,17	0,26	0,22	0,16
8	0,8 AT G 25 65 SR	0,21	0,14	0,19	0,38	0,30	0,27	0,41	0,26	0,47
9	1,2 AT G 25 65 SR	0,34	0,22	0,27	0,47	0,38	0,35	0,60	0,48	0,58
10	1,6 AT G 25 65 SR	0,48	0,36	0,37	0,39	0,48	0,42	1,40	0,61	0,62
11	2,4 AT G 25 65 SR	0,70	0,55	0,40	0,47	0,42	0,42	2,73	1,30	0,89
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o 11 ^{1/} RPP ^{9/} G 25 76 ^{7/}	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
12	0,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,19	0,09	0,14	0,20	0,20	0,24	0,37	0,24	0,19
13	0,8 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,37	0,28	0,32	0,43	0,34	0,24	0,74	0,29	0,26
14	1,2 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,89	0,29	0,40	0,62	0,35	0,35	1,30	0,70	0,55
15	1,6 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,83	0,38	0,53	0,79	0,62	0,77	1,94	1,11	0,79
16	2,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,99	0,81	0,98	0,91	0,73	0,85	1,94	1,29	0,85
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o RNC ^{10/} G 25 76	0,16	0,04	0,08	0,14	0,07	0,08	0,23	0,42	0,10
17	0,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,23	0,31	0,18	0,42	0,26	0,18	0,26	0,18	0,15
18	0,8 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,33	0,32	0,26	0,68	0,46	0,33	0,55	0,38	0,26
19	1,2 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,47	0,38	0,36	0,54	0,44	0,37	1,08	1,01	0,54
20	1,6 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,70	0,47	0,46	0,65	0,47	0,29	1,30	0,97	0,62
21	2,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	1,18	0,48	0,47	0,90	0,56	0,51	2,96	1,47	1,04
22	1,6 AT G 0 76 SR	0,93	0,60	0,47	0,61	0,20	0,14	3,49	1,67	0,96
23	1,6 AT G 25 76 3 ^o RNC G 25 76	0,62	0,62	0,56	0,48	0,22	0,25	2,11	0,82	1,16
24.1 ^{2/}	0,00 F ^{5/} G 0 76 2 ^o + 11 ^{1/} RPP G 0 76	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,22	0,11	0,11
25	0,25 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,15	0,12	0,17	0,19	0,23	0,18	0,33	0,24	0,16
26	0,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,15	0,17	0,23	0,47	0,46	0,26	0,45	0,27	0,28
27	0,75 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,22	0,25	0,35	0,72	0,80	0,42	0,96	0,55	0,42
28	1,00 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,46	0,29	0,36	0,88	0,72	0,50	1,10	0,81	0,59
29	1,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,68	0,36	0,51	0,92	0,74	0,80	1,92	1,26	0,70
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,22	0,11	0,11
30	0,25 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,28	0,10	0,13	0,30	0,26	0,20	0,35	0,16	0,24
31	0,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,33	0,18	0,15	0,33	0,32	0,26	0,69	0,57	0,49
32	0,75 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,38	0,24	0,28	0,58	0,37	0,31	0,93	0,63	0,96
33	1,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,60	0,35	0,46	0,72	0,62	0,40	1,17	0,85	1,09
34	1,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,50	0,50	0,51	0,95	0,75	0,56	1,89	1,43	1,30
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,22	0,11	0,11
35	0,25 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,13	0,10	0,13	0,22	0,22	0,21	0,44	0,23	0,35
36	0,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,40	0,22	0,24	0,45	0,41	0,27	0,74	0,34	0,48
37	0,75 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,45	0,31	0,27	0,53	0,45	0,39	1,25	0,56	0,55
38	1,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,57	0,38	0,35	0,59	0,56	0,52	1,78	1,05	0,61
39	1,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,67	0,38	0,42	0,80	0,61	0,49	1,75	1,05	0,62
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,11	0,22	0,11	0,11
40	0,25 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,16	0,17	0,15	0,31	0,23	0,14	0,73	0,59	0,42
41	0,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,29	0,26	0,26	0,36	0,35	0,23	1,15	0,65	0,51
42	0,75 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,37	0,39	0,31	0,50	0,35	0,19	1,23	1,02	0,62
43	1,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,34	0,38	0,32	0,85	0,73	0,40	1,65	0,92	0,65
44	1,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,44	0,50	0,38	1,01	0,92	0,70	2,25	1,36	1,29

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3^o ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2^o +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 8. Análises de variância para teores de cálcio trocável do solo, em diferentes anos e camadas amostradas

Fonte de Variação	QM								
	Ca ³⁺								
	2003			2004			2005		
GL	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50

Anexo 9. Teores de magnésio trocável do solo, de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos e camadas amostradas

Tratamento	Mg ²⁺									
	2003			2004			2005			
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
	----- cmolc/dm ³ -----									
1.1 ^{2/}	0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	0,04	0,10	0,10	0,12	0,08	0,15	0,09	0,08	0,01
2	0,4 AT G 0 65 SR	0,07	0,10	0,10	0,19	0,11	0,11	0,32	0,13	0,02
3	0,8 AT G 0 65 SR	0,11	0,13	0,13	0,56	0,28	0,25	0,42	0,31	0,04
4	1,2 AT G 0 65 SR	0,25	0,23	0,18	0,29	0,32	0,15	0,55	0,43	0,05
5	1,6 AT G 0 65 SR	0,68	0,29	0,18	0,33	0,37	0,18	1,41	0,61	0,09
6	2,4 AT G 0 65 SR	0,74	0,27	0,47	0,44	0,25	0,19	1,94	0,78	0,15
1.2 ^{2/}	0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	0,04	0,10	0,10	0,12	0,08	0,15	0,09	0,08	0,01
7	0,4 AT G 25 65 SR	0,09	0,10	0,11	0,37	0,16	0,22	0,21	0,10	0,02
8	0,8 AT G 25 65 SR	0,11	0,63	0,11	0,27	0,19	0,22	0,32	0,16	0,02
9	1,2 AT G 25 65 SR	0,18	0,11	0,13	0,24	0,21	0,15	0,41	0,25	0,04
10	1,6 AT G 25 65 SR	0,22	0,18	0,16	0,28	0,30	0,17	0,85	0,51	0,08
11	2,4 AT G 25 65 SR	0,41	0,20	0,25	0,35	0,28	0,21	1,52	0,99	0,13
1.3 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o 11 ^{1/} RPP ^{9/} G25 76 ^{7/}	0,04	0,10	0,10	0,12	0,08	0,15	0,09	0,08	0,01
12	0,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,09	0,10	0,11	0,12	0,11	0,15	0,26	0,19	0,03
13	0,8 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,13	0,16	0,15	0,21	0,21	0,14	0,34	0,33	0,04
14	1,2 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,39	0,14	0,14	0,25	0,15	0,16	0,60	0,43	0,08
15	1,6 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,44	0,16	0,21	0,53	0,51	0,92	1,20	0,64	0,12
16	2,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	0,45	0,46	0,39	0,40	0,52	0,25	1,39	0,77	0,11
1.4 ^{2/}	0,0 AT G 25 65 3 ^o RNC ^{10/} G 25 76	0,04	0,10	0,10	0,12	0,08	0,15	0,09	0,08	0,01
17	0,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,11	0,12	0,12	0,56	0,17	0,19	0,17	0,11	0,02
18	0,8 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,13	0,14	0,14	0,53	0,26	0,26	0,32	0,23	0,04
19	1,2 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,18	0,18	0,15	0,34	0,30	0,13	0,63	0,42	0,08
20	1,6 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,32	0,15	0,16	0,43	0,33	0,22	0,62	0,47	0,08
21	2,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	0,73	0,25	0,24	0,33	0,37	0,25	1,66	0,82	0,14
22	1,6 AT G 0 76 SR	0,77	0,39	0,27	0,16	0,13	0,16	3,53	1,16	0,15
23	1,6 AT G 25 76 3 ^o RNC G 25 76	0,45	0,31	0,24	0,10	0,17	0,18	0,99	0,52	0,12
24.1 ^{2/}	0,00 F ^{5/} G 0 76 2 ^o + ^{11/} RPP G 0 76	0,04	0,10	0,10	0,05	0,04	0,14	0,21	0,44	0,02
25	0,25 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,10	0,10	0,10	0,15	0,07	0,15	0,24	0,20	0,03
26	0,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,14	0,10	0,11	0,43	0,11	0,15	0,37	0,27	0,05
27	0,75 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,13	0,12	0,16	0,60	0,52	0,26	0,59	0,31	0,06
28	1,00 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,23	0,11	0,16	0,47	0,60	0,19	0,68	0,55	0,10
29	1,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	0,33	0,22	0,20	0,55	0,33	0,22	0,95	0,78	0,09
24.2 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,04	0,10	0,10	0,05	0,04	0,14	0,21	0,44	0,02
30	0,25 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,21	0,10	0,11	0,15	0,15	0,17	0,26	0,15	0,03
31	0,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,35	0,11	0,11	0,37	0,17	0,13	0,37	0,34	0,05
32	0,75 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,20	0,13	0,12	0,34	0,25	0,14	0,42	0,41	0,08
33	1,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,22	0,15	0,17	0,48	0,39	0,17	0,52	0,43	0,11
34	1,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	0,27	0,20	0,18	0,43	0,45	0,17	0,68	0,58	0,12
24.3 ^{2/}	0,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,04	0,10	0,10	0,05	0,04	0,14	0,21	0,44	0,02
35	0,25 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,07	0,10	0,12	0,16	0,13	0,13	0,34	0,26	0,07
36	0,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,15	0,11	0,15	0,23	0,20	0,16	0,41	0,34	0,07
37	0,75 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,21	0,19	0,14	0,25	0,25	0,16	0,57	0,41	0,07
38	1,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,22	0,15	0,13	0,26	0,24	0,16	1,00	0,64	0,10
39	1,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	0,28	0,15	0,16	0,26	0,24	0,14	1,09	0,60	0,10
24.4 ^{2/}	0,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,04	0,10	0,10	0,05	0,04	0,14	0,21	0,44	0,02
40	0,25 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,08	0,14	0,15	0,16	0,21	0,14	0,35	0,35	0,07
41	0,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,11	0,11	0,15	0,19	0,26	0,19	0,50	0,32	0,06
42	0,75 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,14	0,11	0,13	0,29	0,23	0,13	0,49	0,49	0,08
43	1,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,16	0,14	0,15	0,32	0,36	0,22	0,51	0,49	0,06
44	1,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	0,17	0,18	0,20	0,33	0,52	0,36	0,77	0,65	0,13

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3^o ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2^o +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 10. Análises de variância para teores de magnésio trocável do solo, em diferentes anos e camadas amostradas

Fonte de Variação	GL	QM								
		Mg ³⁺								
		2003			2004			2005		
	0-5 ^{1/}	5-20	20-40	0-5	5-25	25-50	0-5	5-25	25-50	
Bloco	2	0,02207	0,02212	0,01787*	0,01297	0,00818	0,09100	0,04789	0,04949	0,00107
C ₁ ^{2/} Área total vs Faixa	1	0,27563**	0,12426*	0,03642**	0,05138	0,00123	0,06503	0,813*	0,11391	0,00210
C ₂ CGATSR vs CGATRPP e CGATRNC	1	0,07627	0,02803	0,00638	0,03929	0,03238	0,04563	0,02551	0,01246	0,00188
C ₃ CGATRPP vs CGATRNC	1	0,00007	0,00810	0,00967	0,11560	0,00100	0,08028	0,03610	0,02250	0,00000
C ₄ CATSR vs CGATSR	1	0,17361*	0,01138	0,02151*	0,02200	0,00871	0,00160	0,43121	0,01480	0,00100
C ₅ CFRPP e CGFRPP vs CFRNC e CGFRNC	1	0,04157	0,00023	0,00045	0,29007*	0,01837	0,00014	0,11681	0,03294	0,00073
C ₆ CFRPP vs CGFRPP	1	0,02560	0,00062	0,00040	0,04840	0,01284	0,00902	0,08410	0,01000	0,00054
C ₇ CFRNC vs CGFRNC	1	0,01647	0,00001	0,00188	0,00423	0,06847*	0,02103	0,15210	0,00071	0,00000
C _{A1} CFRPP vs CFRNC	1	0,00000	0,00062	0,00028	0,27388*	0,08028*	0,01247	0,08507	0,00423	0,00090
C _{A2} CGFRPP vs CGFRNC	1	0,08314	0,00001	0,00218	0,05680	0,00840	0,01647	0,03674	0,03674	0,00007
C _{A3} PRNT 1,6 NC ^{3/} d/ CATSR	1	0,01307	0,01307	0,01402	0,04167	0,0864*	0,00082	6,7416**	0,46482**	0,0054*
C _{A4} PRNT 1,6 NC d/ CGATRPP	1	0,00015	0,03082	0,00167	0,27735*	0,17340**	0,80667	0,06615	0,21600	0,0000
Nível NC ^{3/} d/M1 ^{4/}	5	0,29842**	0,02313	0,05755**	0,07654	0,0406*	0,00608	1,56582**	0,22275**	0,00724**
NC d/M2	5	0,05054	0,12773**	0,00904*	0,02402	0,01940	0,00302	0,8599**	0,37125**	0,00658**
NC d/M3	5	0,10631**	0,05561	0,03501**	0,07933	0,11858**	0,28422**	0,85135**	0,2073**	0,00557**
NC d/M4	5	0,19157**	0,00854	0,00676	0,07765	0,03584*	0,00817	0,98524**	0,23299**	0,00714**
NC d/M5	5	0,03205	0,00634	0,00474	0,15043*	0,17704**	0,00674	0,24660	0,13888**	0,00332**
NC d/M6	5	0,03133	0,00486	0,00317	0,08325	0,0704**	0,00141	0,08941	0,06125	0,00514**
NC d/M7 ^{7/}	5	0,02621	0,00381	0,00118	0,02008	0,02038	0,00051	0,39618*	0,06325	0,00248*
NC d/M8	5	0,00791	0,00273	0,00330	0,03513	0,07702**	0,02320	0,10712	0,04123	0,00402**
Resíduo		0,02797	0,02731	0,00371	0,06332	0,01419	0,04541	0,14507	0,02920	0,00080
CV (%)		67,58	93,99	37,15	79,71	45,58	108,27	53,95	38,63	38,95

^{1/}Profundidade em cm; ^{2/}Contrastes; ^{3/}NC = Necessidade de calagem; ^{4/}Manejos: M1 = CATSR (calagem em área total, sem reposição); M2 = CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); M3 = CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M4 = CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); M5 = CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M6 = CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M7 = CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e M8 = CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem); *, ** Significância a 5,0 e 1,0 % de probabilidades.

Anexo 11. Teores de cálcio e de magnésio das folhas de café, de acordo com os tratamentos com calagem ou calagem e gessagem para o cafeeiro, em diferentes anos

Tratamento	Teores ^{1/}					
	TCa			TMg		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
	----- g/kg -----					
1.1 ^{2/} 0,0 ^{3/} AT ^{4/} G ^{6/} 0 ^{6/} 65 ^{7/} SR ^{8/}	5,85	3,55	6,46	1,09	0,95	1,47
2 0,4 AT G 0 65 SR	6,62	4,57	7,71	2,29	1,82	2,43
3 0,8 AT G 0 65 SR	8,71	5,46	8,74	3,53	2,59	3,75
4 1,2 AT G 0 65 SR	9,37	4,60	9,40	4,18	2,14	3,99
5 1,6 AT G 0 65 SR	9,65	5,28	9,08	4,10	2,60	3,74
6 2,4 AT G 0 65 SR	9,17	6,86	9,81	4,23	3,53	4,78
1.2 ^{2/} 0,0 AT G 25 ^{6/} 65 SR	5,85	3,55	6,46	1,09	0,95	1,47
7 0,4 AT G 25 65 SR	7,27	4,99	7,57	2,56	1,97	2,28
8 0,8 AT G 25 65 SR	8,46	5,63	7,98	3,12	2,43	2,94
9 1,2 AT G 25 65 SR	8,96	5,64	8,20	3,45	2,59	3,26
10 1,6 AT G 25 65 SR	9,45	5,61	9,20	3,86	2,39	3,89
11 2,4 AT G 25 65 SR	11,44	4,85	10,39	4,85	2,14	4,13
1.3 ^{2/} 0,0 AT G 25 65 3 ^o 11 ^{1/} RPP ^{9/} G25 76 ^{7/}	5,85	3,55	6,46	1,09	0,95	1,47
12 0,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	8,11	4,12	7,96	2,52	1,57	2,33
13 0,8 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	9,13	4,57	9,08	3,35	1,89	3,20
14 1,2 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	10,39	6,18	10,30	3,72	2,64	3,90
15 1,6 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	10,61	5,81	10,30	4,36	2,73	4,03
16 2,4 AT G 25 65 3 ^o RPP G 25 76	10,44	7,24	11,93	4,41	2,76	5,18
1.4 ^{2/} 0,0 AT G 25 65 3 ^o RNC ^{10/} G 25 76	5,85	3,55	6,46	1,09	0,95	1,47
17 0,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	7,80	5,40	7,56	2,32	1,65	2,35
18 0,8 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	9,31	5,91	8,92	3,26	2,10	3,24
19 1,2 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	8,91	6,15	8,94	3,87	2,76	3,52
20 1,6 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	9,70	6,26	9,48	3,95	2,78	4,07
21 2,4 AT G 25 65 3 ^o RNC G 25 76	10,03	5,38	9,81	4,96	2,52	4,15
22 1,6 AT G 0 76 SR	9,36	5,17	8,74	4,42	2,52	3,99
23 1,6 AT G 25 76 3 ^o RNC G 25 76	10,50	4,15	9,13	4,29	1,88	3,80
24.1 ^{2/} 0,00 F ^{5/} G 0 76 2 ^o + ^{11/} RPP G 0 76	5,37	4,25	5,96	1,24	1,10	1,72
25 0,25 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	6,94	4,39	6,83	1,68	1,33	2,02
26 0,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	7,20	4,15	6,61	2,51	1,56	2,37
27 0,75 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	7,50	4,28	6,64	2,42	1,70	2,36
28 1,00 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	8,10	5,96	7,09	3,02	2,46	2,48
29 1,50 F G 0 76 2 ^o + RPP G 0 76	8,30	5,06	7,25	3,43	2,29	2,85
24.2 ^{2/} 0,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	5,37	4,25	5,96	1,24	1,10	1,72
30 0,25 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	6,26	4,32	6,07	1,87	1,46	1,72
31 0,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	6,72	4,35	7,66	2,04	1,73	2,07
32 0,75 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	7,58	5,04	9,42	2,53	2,14	3,01
33 1,00 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	8,77	4,87	8,80	2,95	1,98	2,49
34 1,50 F G 25 76 2 ^o + RPP G 25 76	9,97	5,76	10,51	3,33	2,22	2,67
24.3 ^{2/} 0,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	5,37	4,25	5,96	1,24	1,10	1,72
35 0,25 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	6,94	4,23	6,26	2,46	1,64	2,19
36 0,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	6,60	3,59	7,20	2,33	1,71	2,79
37 0,75 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	7,80	4,55	7,18	2,72	2,05	2,56
38 1,00 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	7,86	4,86	7,77	2,92	2,31	2,78
39 1,50 F G 0 76 2 ^o + RNC G 0 76	8,62	4,49	8,23	3,29	2,26	3,18
24.4 ^{2/} 0,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	5,37	4,25	5,96	1,24	1,10	1,72
40 0,25 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	7,04	4,31	7,88	1,97	1,59	2,12
41 0,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	7,39	4,89	9,74	2,00	1,93	3,06
42 0,75 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	7,46	5,01	10,05	2,61	2,19	3,30
43 1,00 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	9,01	5,35	9,91	2,69	2,30	3,02
44 1,50 F G 25 76 2 ^o + RNC G 25 76	8,96	4,49	10,49	3,23	2,21	3,38

^{1/}Teores = TCa = teores de cálcio e TMg = teores de magnésio; ^{2/}Testemunhas; ^{3/}Dose: NC = necessidade de calagem; ^{4/}AT = calcário aplicado em área total e ^{5/}F = calcário aplicado em faixa, ^{6/}Gesso = % da necessidade de calagem (NC) adicional de gesso, na dose de 25 % (peso/peso); ^{7/}PRNT 65 % e PRNT 76 %, variando o PRNT apenas pela eficiência relativa; ^{8/}SR = sem reposição de calcário; ^{9/}RPP = reposição de doses proporcionais às do plantio; ^{10/}RNC = reposição de acordo com a necessidade de calagem; ^{11/}Ano: 3^o ano = reposição da calagem apenas no terceiro ano; (2^o +) = reposição da calagem no segundo ano e demais anos

Anexo 12. Análises de variância para teores de cálcio e de magnésio das folhas de café, em diferentes anos

Fonte de Variação	GL	QM					
		TCa ^{1/}			TMg ^{1/}		
		2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bloco	2	319,14945**	16,56208**	4,71315	1,64482**	2,3444**	2,03197**
C ₁ ^{2/}	1	57,89942**	11,7935**	32,36662**	25,79793**	3,90392**	19,7062**
C ₂	1	0,89653	1,07401	4,82178	0,08956	0,01001	0,74003
C ₃	1	2,14134	0,35007	5,88871	0,00000	0,01210	0,41818
C ₄	1	1,06778	0,00054	0,49234	0,06084	0,33254	1,21000
C ₅	1	0,01307	0,71601	7,64405*	0,02494	0,21670	2,35083**
C ₆	1	0,38440	0,06084	16,12023**	0,03180	0,00810	0,00302
C ₇	1	1,03023	1,36890	32,62314**	0,37007	0,01563	0,48071
C _{A1}	1	0,01361	1,12360	1,22471	0,10671	0,09714	0,50410
C _{A2}	1	0,07747	0,01868	7,85868*	0,01068	0,12018	2,12674*
C _{A3}	1	0,12615	0,01602	0,16667	0,15042	0,01127	0,09375
C _{A4}	1	0,02042	4,15002*	2,0534	0,00882	1,10082*	0,07707
Nível NC ^{3/} d/M1 ^{4/}	5	7,60052**	3,7093**	4,63237*	4,92605**	2,25981**	4,29398**
NC d/M2	5	10,9427**	1,98419	5,5183**	4,84743**	1,0674**	3,00116**
NC d/M3	5	10,35741**	5,86173**	11,30869**	4,79376**	1,66786**	5,21773**
NC d/M4	5	7,2203**	2,99393*	4,86584*	5,59113**	1,562**	3,27288**
NC d/M5	5	3,31896*	1,49510	0,62263	2,0018**	0,8523**	0,45499
NC d/M6	5	8,62913**	1,02279	10,18538**	1,74218**	0,55252*	0,84164*
NC d/M7/	5	3,95769**	0,54524	2,24698	1,47849**	0,62717*	0,78817*
NC d/M8	5	5,48778**	0,56786	9,13081**	1,46754**	0,64157*	1,38679**
Resíduo		1,18165	0,93453	1,63053	0,16850	0,21689	0,32051
CV (%)		12,94	19,20	15,01	13,29	22,01	18,51

^{1/}TCa = teores de cálcio e TMg = teores de magnésio; ^{2/}Contrastes; ^{3/}NC = Necessidade de calagem; ^{4/}Manejos: M1 = CATSR (calagem em área total, sem reposição); M2 = CGATSR (calagem e gessagem, em área total, sem reposição); M3 = CGATRPP (calagem e gessagem, em área total, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M4 = CGATRNC (calagem e gessagem, em área total, com reposição correspondente à necessidade de calagem); M5 = CFRPP (calagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M6 = CGFRPP (calagem e gessagem, em faixa, com reposição de doses proporcionais às de plantio); M7 = CFRNC (calagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem) e M8 = CGFRNC (calagem e gessagem, em faixa, com reposição correspondente à necessidade de calagem); *, ** Significância a 5,0 e 1,0 % de probabilidades.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)