

ÍNDICE DE SATURAÇÃO POR BASES NA NUTRIÇÃO E NA PRODUTIVIDADE DE CAFEZEIROS ‘CATUAÍ VERMELHO’ (*Coffea arabica* L.)

João Batista Corrêa¹, Thiago Henrique Pereira Reis², Adélia Aziz Alexandre Pozza³,
Paulo Tácito Gontijo Guimarães⁴, Janice Guedes de Carvalho⁵

(Recebido: 11 de abril de 2007; aceito: 12 de julho de 2007)

RESUMO: A calagem confere vários benefícios à cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), dentre os quais destaca-se o fornecimento de cálcio e magnésio e, conseqüentemente, a elevação da saturação por bases (V%) do solo. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de obter o índice de saturação por bases ideal para essa cultura, correlacionando-o com a nutrição e produção das plantas. O ensaio foi conduzido sob Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, fase “cerrado”, no município de Lavras (MG), entre os anos de 2000 e 2002, com a cultivar Catuaí vermelho IAC-144, de 6 anos de idade, plantadas no espaçamento de 2,5 x 0,80 m. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, estimando-se as saturações por bases: 30, 40, 50, 60 e 70%. A maior produção do cafeeiro foi obtida na saturação por bases (V%) de 55,1%, com média de 33 sacas de café beneficiado ha⁻¹. Valor de V acima de 48% promoveu aumento nos teores foliares de Ca, N, Fe e B. O aumento do valor da saturação por bases (V%) elevou os teores de cálcio, a relação Ca:Mg e o pH do solo e reduziu os teores de Al, a saturação por Al (m%), a acidez potencial (H + Al) e os teores foliares de manganês.

Palavras-chave: Calagem, *Coffea arabica*, saturação por bases, nutrição e produção.

BASIS SATURATION INDEX EFFECTS ON NUTRITION AND BEANS YIELD OF COFFEE TREES (*Coffea arabica* L.)

ABSTRACT: Liming brings several benefits to coffee trees (*Coffea arabica* L.), especially by supplying them with calcium and magnesium and increasing the soil basis saturation index (V%). The main objective of this field experiment was to obtain the ideal basis saturation index for the coffee crop and its correlation with plant nutrition and plant production. The experiment was carried out in a clayed Red-Yellow Latosol, “cerrado” phase, in Lavras (Minas Gerais State), in 2000 and 2002. The Red Catuaí MG-144 cultivar was planted with 2.5 m between rows and 0.80 m between plants. The experimental design was in randomized blocks with four replications, using five treatments: 30, 40, 50, 60, and 70% of basis saturation (V%). The best basis saturation index was 55.1%. V% values above 48% increased leaf Ca, N, Fe, and B content. The increase of V% increased Ca content, the Ca:Mg relationship and soil pH, and decreased the Al³⁺, Al-saturation (m%), H + Al, and leaf Mn content.

Key words: Liming, *Coffea arabica*, basis saturation, plant nutrition, plant production.

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão da fronteira agrícola, iniciou-se o processo de aproveitamento de solos originalmente “sob cerrado”, com baixo potencial produtivo, caracterizados por sua elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas. Esses solos são de baixíssima fertilidade natural e, no entanto, apresentam ótimas qualidades físicas e facilidades para mecanização.

Segundo Lopes (1983), solos com teores inferiores a 1,5 cmol_c dm⁻³ de Ca trocável, 0,5 cmol_c dm⁻³ de Mg trocável e a 4,0 cmol_c dm⁻³ de CTC efetiva, são considerados pobres, estimando-se ainda que 96%, 90% e 97% dos solos “sob cerrado” apresentam, respectivamente, valores inferiores a esses.

Grande parte do parque cafeeiro do Brasil está implantado em solos com sérias limitações de ordem química e nutricional ao desenvolvimento normal das plantas (GUIMARÃES, 1992). O cafeeiro, *Coffea*

¹Engenheiro Agrônomo, MSc., Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – bcorrea@ufla.br

²Mestrando, Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – thiagro2000@yahoo.com.br

³DSc., Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – alana@ufla.br

⁴DSc., Pesquisador da EPAMIG, CTSM – Cx.P. 176 – 37200-000 – Lavras, MG – paulotgg@ufla.br

⁵DSc., Professora Titular, Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – janicegc@ufla.br

arabica L., é muito exigente em bases, sendo o Ca e o Mg normalmente fornecidos por corretivos da acidez. A calagem traz inegáveis benefícios às culturas, dentre os quais se destacam o fornecimento de Ca e Mg, a elevação do pH, com conseqüente diminuição da toxidez de Al, Mn e Fe, aumento da disponibilidade de P e da atividade microbológica do solo (MUNSON, 1982). Como conseqüência, a calagem constitui uma prática importante, dada a extensão de solos ácidos ocupados pela cafeicultura no Brasil, onde existem cerca de 320.000 propriedades rurais, em aproximadamente 2,5 milhões de hectares (MATIELLO et al., 2006).

A recomendação da calagem para o cafeeiro em produção é baseada em análises de solo a partir de amostras coletadas na projeção da copa das plantas e profundidade de 0-20 cm. Um método muito utilizado para quantificar essa prática é o do Índice de Saturação por Bases do solo (V%). O valor de V = 60% vem sendo considerado como adequado para a cultura do cafeeiro (RIBEIRO et al., 1999). Entretanto, poucos trabalhos foram encontrados na literatura nos quais se correlaciona esse valor com a produção e a nutrição do cafeeiro.

Assim, a avaliação dos efeitos da aplicação de calcário nos teores dos nutrientes no solo e na folha, comparativamente aos níveis críticos citados na literatura para cultura do cafeeiro (MALAVOLTA et al., 1993; RAIJ et al., 1996), seria um suporte adicional para confirmação e estabelecimento de um valor de saturação por bases que fosse adequado, proporcionando uma nutrição adequada e a obtenção de maiores produtividades.

Nesse contexto, com o presente estudo teve-se como objetivo determinar um valor de saturação por bases para o cafeeiro e correlacioná-lo com análises químicas foliares e de solo, de modo a proporcionar a maior produtividade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, fase cerrado, com baixos teores de cálcio e elevada saturação por alumínio nas camadas superficiais. Inicialmente, realizou-se análise química do solo, de amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm, e na projeção da copa do cafeeiro, para o cálculo da necessidade de calagem. Os resultados obtidos antes da instalação do

experimento foram: pH em água = 4,0; $P_{\text{Merlich-1}} = 27,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 179 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 0,75 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,22 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 1,85 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 7,1 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{SB} = 1,48 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $t = 3,3 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $T = 8,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $V = 17,1\%$; $m = 56,7\%$. Com base nesses resultados, os tratamentos foram calculados para atingir um índice de saturação por bases correspondente a 30, 40, 50, 60 e 70%, utilizando-se respectivamente 1,0, 2,0, 2,8, 3,7 e 4,6 t de calcário ha^{-1} . O calcário aplicado apresentava a seguinte composição: 37,3% de CaO, 15,1% de MgO e PRNT de 100%. A produção foi avaliada nos três anos consecutivos do período experimental (2001, 2002 e 2003).

A área estudada localizava-se no município de Lavras (MG), nas coordenadas $21^{\circ}13'40''$ S e $44^{\circ}57'50''$ W, e altitude de 925 m. O clima da região é do tipo Cwb, segundo Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A precipitação e a temperatura média anual são de 1.493 mm e $19,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente (VILELA & RAMALHO, 1979).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de 60 cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho IAC-144, de 6 anos de idade, plantada no espaçamento 2,5m x 0,80m, com uma planta por cova (6 linhas com 10 plantas cada uma), sendo as 32 plantas centrais (4 linhas com 8 plantas cada uma) consideradas como parcela útil. A adubação foi realizada conforme o recomendado para cafeeiros em produção por Ribeiro et al. (1999), em todos os tratamentos.

Foram realizadas amostragens de solo e de folhas nos dois primeiros anos. A primeira aplicação de calcário foi em dezembro de 2000. Em julho de 2001, foi feita a primeira coleta de solo após aplicação dos tratamentos na camada de 0-20 cm, na projeção da copa. Nos tratamentos em que os valores de V% encontravam-se abaixo das metas pretendidas, aplicou-se novamente calcário, calculado para se atingir os valores de V% em estudo. A segunda coleta de solo foi realizada em 25 de abril de 2002.

As amostragens foliares foram realizadas no mês de janeiro dos anos 2001 e 2002, coletando-se o 3º e 4º pares de folhas, nas duas exposições das plantas da parcela útil, perfazendo um total de 100 folhas por parcela. As folhas foram lavadas, acondicionadas em

sacos de papel e secas em estufa a 70°C, sob ventilação constante. Os teores de macro e de micronutrientes foram determinados para cada amostra, após a moagem. Para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn e Mn, seguiu-se metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados de produção, os teores dos nutrientes na camada de 0-20 cm e os teores dos nutrientes nas folhas, depois de analisados e tabulados, foram submetidos ao programa Sisvar 4.0, com análise de variância e regressão ao nível de significância de 5% de probabilidades, conforme Ferreira (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores estimados da saturação por bases correlacionaram-se de forma linear e positiva com os valores observados em 94% (Figura 1), isto é, os valores calculados para atingir a saturação por bases desejada foram conseguidos com a aplicação de calcário. Furlani Júnior et al. (2002), trabalhando em condições controladas, não encontraram um bom ajuste para os valores de V% observados e estimados, mesmo porque utilizaram apenas dois índices diferentes para o trabalho (40 e 60%). Em contrapartida, Raij et al. (1996), aplicando dose de 6,4 t de calcário ha⁻¹, correspondente a três vezes a necessidade calculada para elevar o V a 70%, obtiveram uma faixa de 52% a 60% de V na projeção da copa do cafeeiro, cinco anos após a aplicação do corretivo.

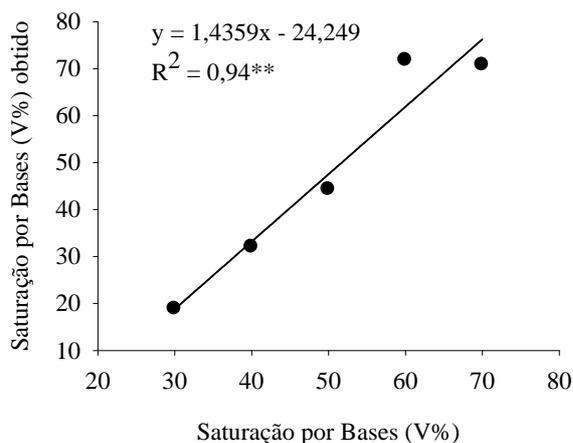


Figura 1 – Correlação entre os valores calculados de saturação por bases (V%) e valores de saturação por bases (V%) obtidos pela análise química do solo.

A maior produtividade, de 33 sacas ha⁻¹, foi obtida com a saturação por bases até 55,1% (aplicando-se 3,3 t ha⁻¹ do calcário), calculada em função da média de três produções consecutivas (Figura 2). Essa baixa produtividade média deveu-se ao depauperamento em que se encontrava essa lavoura no início do experimento. As baixas produções das safras 2001 e 2002 foram devidas ao ajuste da adubação e saturação por bases terem sido realizados apenas a partir de dezembro de 2000. No ano de 2003, a produtividade média foi de 46 sacas beneficiadas ha⁻¹, atingida com o V=54,6%, valor esse próximo ao V% da média dos três anos. Segundo Ribeiro et al. (1999), quando V% se encontra abaixo de 50%, deve-se elevá-lo para 60%, ou seja, a faixa de saturação por bases adequada para o cafeeiro é de 50% a 60%. Em experimentos realizados no campo, como este, ao longo de três anos, existem muitas variáveis que não podem ser controladas; por isso, ajustes de modelos matemáticos relativamente baixos (R² = 0,72) são aceitáveis.

A aplicação de doses crescentes de calcário, na formação do cafeeiro em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, também promoveu aumento na produtividade do cafeeiro 'Catuaí', em Varginha. Com dados de quatro colheitas, a maior produtividade (27,8 sacas beneficiadas ha⁻¹) foi obtida com a dose de 4,0 t ha⁻¹ (GARCIA, 1983). Raij et al. (1996) estudaram a calagem e adubações com nitrogênio e potássio em

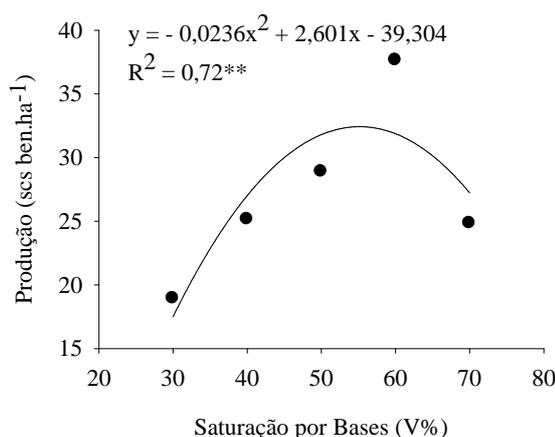


Figura 2 – Produção do cafeeiro, média de três safras, em sacas beneficiadas por hectare, em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

dois cafezais em produção, no município de Garça (SP), entre 1987 e 1992, e constataram respostas significativas à aplicação de N, porém, a aplicação de K não afetou a produção. A saturação por bases na projeção da copa foi inferior aos 70% preconizados como meta de calagem para o cafeeiro. Produções de 32,5 e 34,5 sacas de café beneficiadas ha⁻¹ foram obtidas com as saturações por bases de 56% e 50%, respectivamente.

Com a aplicação de 1,5 t de calcário, juntamente com 2,58 t de gesso ha⁻¹, Silveira (1995) observou média de 43 sacas de café beneficiado ha⁻¹, após oito safras, no cafeeiro ‘Catuaí 44’ em São Sebastião do Paraíso. Essa pesquisadora obteve produtividade média semelhante em outra combinação de calcário com gesso, ao aplicar 3,0 t de calcário junto com 1,29 t de gesso ha⁻¹. Considerando apenas as doses de calcário, ela obteve a produtividade de 36,2 e 37,9 sacas de café beneficiado ha⁻¹ com as doses 1,5 e 3,0 t do corretivo ha⁻¹, respectivamente. Chaves et al. (1984) trabalharam com três doses de calcário dolomítico (2,5; 5,0 e 10 t ha⁻¹) com cafeeiros plantados em dois tipos de solo, Latossolo Vermelho distroférrico (LVd) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LED), no Paraná. Em ambos os solos, com a dose de 2,5 t ha⁻¹, obtiveram produções médias de 16,6 (média de quatro safras) e 10,5 (média de duas safras) sacas beneficiadas ha⁻¹. Nas doses 5,0 e 10 t ha⁻¹, a produção foi reduzida, assim como ocorreu no presente trabalho, após o melhor índice de V de

55,1% obtido (com a dose 3,3 t ha⁻¹ de calcário), possivelmente devido a desequilíbrios nutricionais.

Com o aumento da saturação por bases, observou-se aumento linear do teor de Ca no solo (Figura 3A). Silveira (1995) também observou incrementos nos teores de Ca trocável no solo em função do aumento doses de calcário e de gesso.

Os teores do Ca nas folhas foram considerados baixos até o índice de V= 48,42% (Figura 3B), indicando certa dificuldade de absorção pelas raízes do cafeeiro ou de translocação do cálcio dentro da planta sob baixas concentrações desse nutriente no solo (MALAVOLTA, 2006). Entretanto, os valores médios permaneceram dentro dos limites desse nutriente estabelecidos por Ribeiro et al. (1999), ou seja entre 10 e 13 g kg⁻¹, e por Matiello et al. (2005), entre 10 e 15 g kg⁻¹. A partir dos índices de V superiores a 48,42%, os teores foliares elevaram-se. Garcia et al. (1980) não obtiveram teores de Ca dentro da faixa adequada em folhas do cafeeiro ‘Catuaí’, mesmo após aplicação de 32 t ha⁻¹ de calcário. Chaves et al. (1984) também observaram teores foliares de Ca menores que 13 g kg⁻¹, após a aplicação de 10 t de calcário ha⁻¹. Por outro lado, Marques et al. (1999) observaram que as doses de calcário aplicadas no solo aumentaram os teores foliares de Ca e Mg e reduziram os teores de K. Os autores concluíram ainda que as aplicações de calcário e gesso influenciaram de maneira significativa a nutrição do cafeeiro com Ca, Mg, K, S e Mn e tiveram pouca influência nos demais nutrientes.

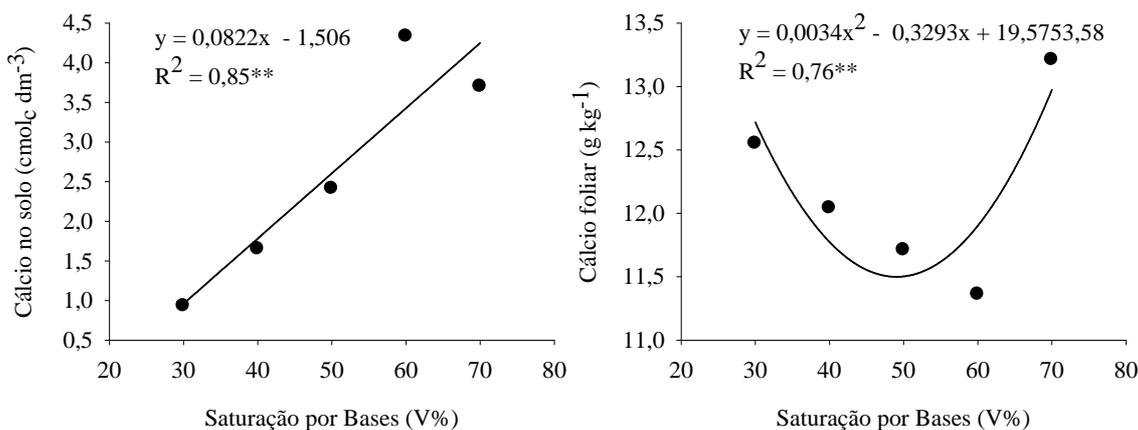


Figura 3 – Teores de cálcio no solo (A) e na folha (B) em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

A elevação dos índices V% promoveu aumento nos teores de Mg no solo (Figura 4), porém, na folha, os teores não diferiram estatisticamente, variando entre 2,46 e 3,13 g kg⁻¹. Malavolta (2006) aplicou sulfato de Mg no solo e obteve produções de 20 a 40 sacas de café beneficiado/ha para valores de Mg foliar de 1,5 a 3,3 g kg⁻¹. Corrêa (1992) observou incrementos de Mg no solo em função da aplicação de doses crescentes de calcário e não observou diferenças nos teores foliares.

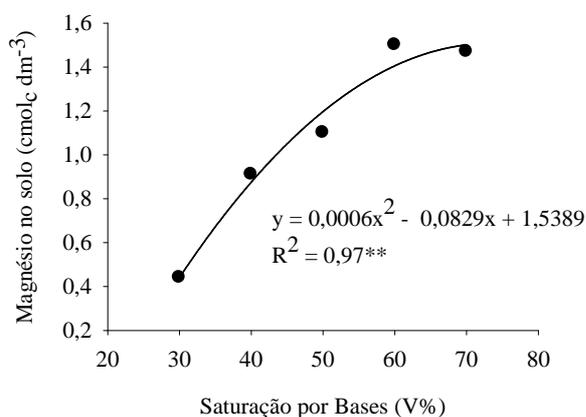


Figura 4 – Teores de Mg trocável no solo em função da variação dos índices por saturação por bases do solo (V%).

A relação Ca:Mg no solo também aumentou linearmente com o incremento do V% (Figura 5). Em diversos trabalhos (COELHO & VERLENGIA, 1972; MALAVOLTA et al., 1976; MOORE et al., 1961) evidenciou-se que o excesso de Ca em relação ao Mg, na solução do solo, prejudicou a absorção deste último pelas plantas, assim como o excesso de Mg também prejudicou a absorção de Ca (FREITAS, 1998). Malavolta (2006) observou que a relação Ca:Mg, até 4,49:1, proporcionou a maior produção (27,8 sacas beneficiadas por hectare), média de quatro anos (1979, 1980, 1981 e 1982) e nas relações maiores do que 5:00:1, houve queda na produção de grãos. Garcia (1981), estudando relações Ca:Mg para mudas de café em dois tipos de solo, verificou que as relações de 2,52:1 e 3,08:1 no solo foram as que mais favoreceram o desenvolvimento das plantas. Esses valores assemelharam-se aos obtidos nesse ensaio, embora com ajuste baixo (0,56).

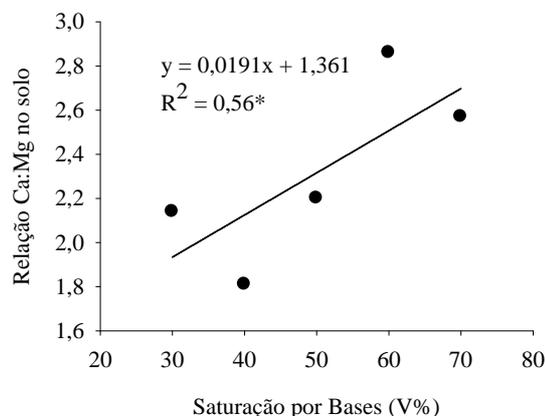


Figura 5 – Relação Ca:Mg no solo em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

No café jovem, do plantio aos 24 meses, por ocasião da primeira produção, as exigências em cálcio e magnésio são crescentes. As plantas de café contêm os seguintes teores de CaO e MgO, respectivamente: aos 6 meses, 0,6 g de CaO e 0,20 g de MgO; aos 12 meses, 3,1 g e 1,3 g; aos 18 meses, 11,6 g e 3,1 g; e aos 24 meses, 29,4 g e 9,1 g. Para o café adulto, as exigências anuais são acentuadamente maiores. Em média, 30 g de CaO e 13 g de MgO são extraídos pela planta para produção de frutos (MALAVOLTA, 2006). O fornecimento desses nutrientes deve ser efetuado numa dose bem maior, uma vez que o aproveitamento do cálcio e do magnésio no solo é baixo, principalmente quando o calcário não é incorporado, como deste experimento.

O pH do solo também aumentou linearmente com o acréscimo do V% (Figura 6). Corrêa (1992) e Silveira (1995) também observaram os mesmos resultados para a cultura do café, aplicando doses crescentes de calcário associadas a doses de gesso.

Os teores de alumínio trocável no solo, a saturação por alumínio no solo (m%) e a acidez potencial (H + Al) reduziram-se com o aumento dos índices de V% (Figuras 7A, 7B e 7C, respectivamente). Corrêa (1992) observou redução mais pronunciada na saturação por alumínio com a associação de calcário e gesso, comparado ao calcário isolado. Isso se deve ao fato de o ânion SO₄²⁻ complexar o Al, formando precipitado. O mesmo autor também observou que a aplicação isolada de 3,6 t de calcário ha⁻¹ foi suficiente para reduzir os teores de Al trocável e m% a valores ainda menores, fato também comprovado neste trabalho.

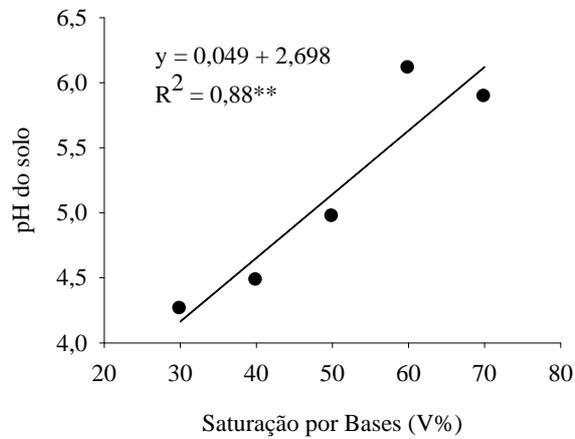


Figura 6 – Respostas do pH do solo em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

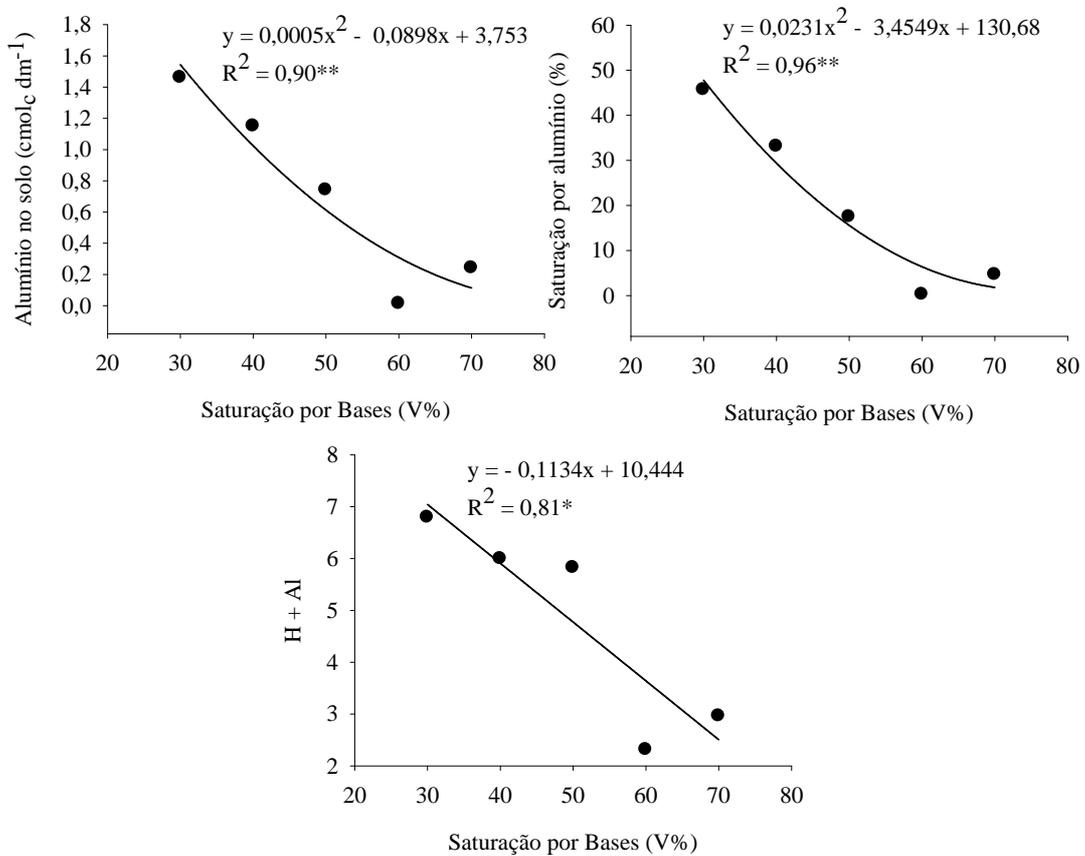


Figura 7 – Teores de alumínio trocável no solo (A), saturação por alumínio no solo (m%) (B) e acidez potencial H + Al (C), em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

Os teores de N nas folhas diminuíram até o índice de $V = 40,68\%$, quando o pH médio do solo foi próximo de 4,7; e a partir de então, seus teores aumentaram (Figura 8). Segundo a Embrapa (1980), em estudos de racionalização de fertilizantes e corretivos na agricultura, correlacionando a assimilação de nutrientes pelas plantas e pH do solo, a planta aproveita apenas 50% do N, quando o pH está próximo de 5,0; 75% para valores próximos de 5,5; e 100% para valores próximos ou maiores do que 6,0. No campo, o uso maciço de adubos nitrogenados sem a devida correção do pH do solo, além de levar ao decréscimo da produção cafeeira, pode acelerar ainda mais essa acidez, causando desequilíbrios nutricionais e perdas consideráveis no aproveitamento dos fertilizantes (CORRÊA et al., 2007).

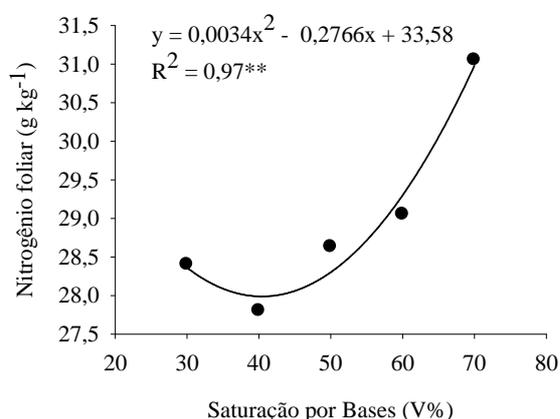


Figura 8 – Teores foliares de nitrogênio em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

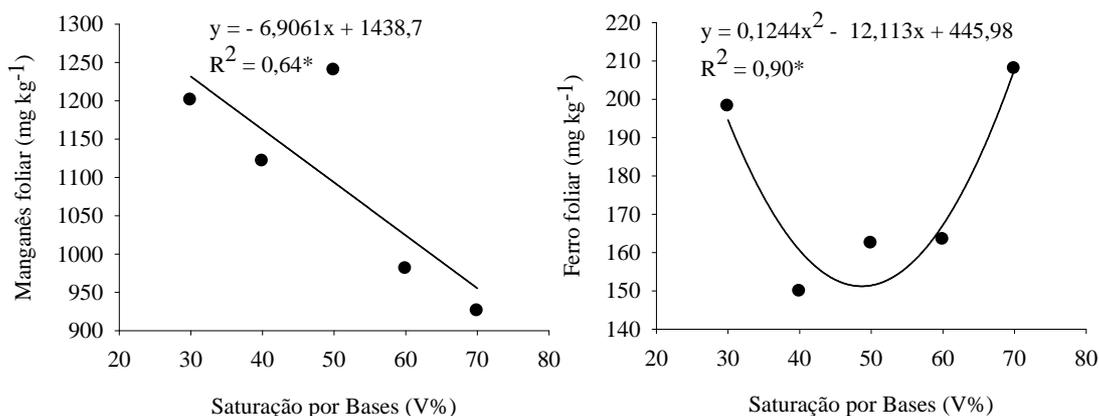


Figura 9 – Teores foliares de manganês (A) e de ferro (B) em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

Os micronutrientes catiônicos têm sua disponibilidade reduzida no solo em função do aumento do pH (MALAVOLTA, 1980). No presente trabalho, ocorreu redução linear dos teores foliares de Mn e o Fe apresentou comportamento quadrático, reduzindo seu teor na folha até o índice de $V = 48,68\%$, aumentando-se a seguir (Figura 9A e 9B, respectivamente).

Os teores de Mn encontram-se (925 a 1200 mg kg⁻¹) muito acima dos teores considerados adequados por Matiello et al. (2005) e Ribeiro et al. (1999), os quais citam valores entre 50 a 200 mg kg⁻¹. Marques et al. (1999), associando teores foliares de nutrientes em resposta a calcário e gesso no cafeeiro, também obtiveram teores de Mn na folha muito acima dos considerados adequados (450 a 1520 mg kg⁻¹). Nesse mesmo trabalho, os teores foliares de Mn também diminuíram com aumento das doses de calcário. Pavan & Bingham (1982) consideraram tóxicos os teores de Mn nas folhas de cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho, em concentrações superiores a 1200 mg kg⁻¹.

A quantidade de B necessária à produção de grãos é sempre maior do que aquela exigida apenas para o desenvolvimento vegetativo (MARSCHNER, 1995). Os teores foliares desse micronutriente reduziram-se até o índice de $V = 47,8\%$ (Figura 10). Entretanto, para todos os tratamentos esses teores mantiveram-se na faixa considerada ideal por Ribeiro et al. (1999), ou seja, entre 40 e 80 mg kg⁻¹. Furlani Júnior et al. (2002), estudando efeitos de calcário e boro na química do solo com a cultura do cafeeiro, associaram o índice de $V = 40\%$ aos melhores teores

de B disponíveis para as plantas no solo. Os processos de absorção e transporte do B são muito semelhantes aos do Ca (MALAVOLTA, 2006), além de ele ser considerado imóvel no floema para o cafeeiro.

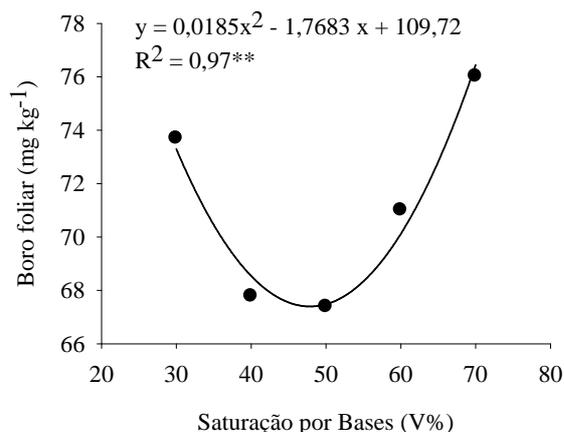


Figura 10 – Teores foliares de B em função da variação dos índices de saturação por bases do solo (V%).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A.; IGUE, K. Respostas do cafeeiro à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p. 573-582, maio 1984.
- COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1972. 384 p.
- CORRÊA, J. B. **Associação calcário/gesso na melhoria das condições químicas do solo para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em crescimento**. 1992. 104 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.
- CORRÊA, J. B.; FERNANDES, L. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; CARVALHO, J. G. **Amostragem de solo para calagem e adubação: o cafezal (Coffee Break)**. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=191>>. Acesso em: 10 abr. 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Projeto “Racionalização de Uso de Insumos”**: sub-projeto “Pesquisa em Racionalização de Fertilizantes e Corretivos na Agricultura”. Brasília, DF, 1980. 78 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.
- FREITAS, J. A. D. **Determinação da necessidade de calagem para o crescimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1998. 99 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- FURLANI JUNIOR, E.; LAZARINI, E.; BUZZETTI, S. Lime and Boron application in coffee. In: ANNUAL MEETING OF THE SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 2002, Indianapolis. **Proceedings of the Annual meeting of SSSA, ASA and CSSA**. Madison: Soil Science Society of America, 2002.
- GARCIA, A. W. R. Calagem para o cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, T. A. (Eds.). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1981. cap. 7, p. 103-115.
- 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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 309-319.
- GARCIA, A. W. R.; MARTINS, M.; FIORAVANTE, N. Modo de aplicação de calcário na formação do cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1980. p. 55-56.
- GUIMARÃES, P. T. G. O uso do gesso agrícola na cultura do cafeeiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba. **Anais...** Uberaba: IBRAFOS, 1992. p. 175-190.
- LOPES, A. S. **Solos sob “cerrado”**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 162 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

- MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D. R.; ROMERO, J. P. **Seja o doutor do seu cafezal**. Piracicaba: Informações Agronômicas, 1993. Encarte.
- MALAVOLTA, E.; SOUZA, A. F.; TUNIN, G. S.; DANTAS, J. P.; AQUINO, B. F.; FOLONI, L. L.; MOREIRA, E. G. S.; LIMA, F. A. M.; CHAVES, I.; KEFALÁS, J. F.; FERREIRA, J. F.; CAVALCANTI, G. A.; MOTA, F. O. B.; VALLE, E. C. Absorção de cálcio e fósforo por raízes destacadas de soja (*Glycine max* (L.) MERRIL) Var.IAC-2. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 33, p. 543-554, 1976.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARQUES, E. S.; FAQUIN, V.; GUIMARÃES, P. T. G. Teores foliares de nutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em resposta a calcário e gesso. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 140-151, jan. 1999.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic, 1995. 887 p.
- MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. **Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira: indicações de uso**. Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2006. 112 p.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Piracicaba: Fundação PROCAFÉ, 2005. 438 p.
- MOORE, D. P.; OVERSTREET, R.; JACOBSON, L. Uptake of magnesium and its internacional with calcium in excised barley roots. **Plant Physiology**, Rockville, v. 36, n. 3, p. 290-295, Mar. 1961.
- MUNSON, R. D. **Potassium, calcium and magnesium in the tropics and subtropics**. [S.l.]: International Fertilizers Development Center, 1982. 62 p. (Technical Bulletin T-23).
- PAVAN, M. A.; BINGHAN, E. T. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, n. 5, p. 993-997, May 1982.
- RAIJ, B. V. van; COSTA, W. M.; IGUE, T.; SERRA, J. R. M.; GUERREIRO, G. Calagem e adubação nitrogenada e potássica para o cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, p. 347-355, 1996.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVARES, V. H. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.
- SILVEIRA, D. A. **Efeitos da calagem e da gessagem nas características químicas do solo, no desenvolvimento do sistema radicular e na produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan. 1979.