

ADUBAÇÃO NPK E PRODUÇÃO DE CAFEZAIS ADENSADOS NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS

Felipe C. FIGUEIREDO⁽¹⁾; Antônio E. FURTINI NETO⁽²⁾; Paulo T. G. GUIMARÃES⁽³⁾; Enilson de B. SILVA⁽⁴⁾; Antonio W. R. GARCIA⁽⁵⁾; Francisco D. NOGUEIRA⁽⁶⁾; Maria J. L. GUIMARÃES⁽⁶⁾; Priscila P. BOTREL⁽⁷⁾;

⁽¹⁾ Doutorando DCS/UFLA, e-mail: felicam@bol.com.br; ⁽²⁾ Professor DCS/UFLA; ⁽³⁾ Pesquisador EPAMIG/CTSM; ⁽⁴⁾ Professor FAFEID/FAFEOD; ⁽⁵⁾ Pesquisador MA/PROCAFÊ; ⁽⁶⁾ Bolsista CBP&D-Café; ⁽⁷⁾ Acadêmica de Agronomia/UFLA.

RESUMO:

A maioria dos resultados sobre adubação de cafeeiros sob sistema de plantio adensado não são conclusivos para recomendação de adubação com macronutrientes. O presente trabalho objetivou avaliar a aplicação de doses de N, P₂O₅ e K₂O. O delineamento experimental foi o fatorial fracionado (1/2)(4)³, com espaçamento de 2,0 x 0,75 m (6667 plantas ha⁻¹) nas doses: 100, 250, 400 e 550 kg ha⁻¹ para N e K₂O e 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ para P₂O₅ totalizando 32 parcelas em três locais distintos. Os solos foram o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico (PVAd) dos municípios de Três Pontas e Varginha e o LATOSSOLO VERMELHO distroférrico (LRd), de São Sebastião do Paraíso. As faixas referentes de 100 a 155 kg ha⁻¹ de N, 0 a 8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 a 150 kg ha⁻¹ K₂O comuns aos locais avaliados, possibilitaram a produtividade de no mínimo 76% da máxima produtividade no PVAd de Três Pontas, assim como 95% na mesma classe de solo em Varginha e 88% no LRd de São Sebastião do Paraíso.

Termos para indexação: Plantio adensado, superfície de resposta, macronutrientes, produção máxima econômica.

NPK FERTILIZATION AND PRODUCTION OF COFFEE UNDER HIGH DENSITY PLANTING IN THE SOUTH REGION OF MINAS GERAIS

ABSTRACT – Until now the most results about coffee plants fertilization under high density system are not conclusive for fertilizer recommendation macronutrient. The present work aimed to evaluate doses application of N, P₂O₅ and K₂O. The experimental design was a fractional factorial scheme (1/2)(4)³ with the spacing of 2.0 x 0.75 m (6667 plants ha⁻¹) with the doses of 100, 250, 400 and 550 kg ha⁻¹ for K₂O and N and, 0, 60, 120 and 180 kg ha⁻¹ for P₂O₅ constituting a total of 32 plots in three different locations. The used soils were it dystrophic Red-Yellow Argisol (PVAd) from Três Pontas and Varginha counties and dystroferic Red Latosol (LRd) from São Sebastião do Paraíso. Ranging from 100 to 155 kg ha⁻¹ of N, 0 to 8 kg ha⁻¹ of P₂O₅, and 100 to 150 kg ha⁻¹ K₂O common to the appraised places. In the PVAd from Três Pontas, these doses were enough for the productivity of at least 76% of the maximum productivity, as well as, 95% in the same soil class in Varginha, and 88% in the LRd from São Sebastião do Paraíso.

Index terms: High density planting, response surface, macronutrient, economic maximum production.

INTRODUÇÃO

O plantio adensado reduz a produção por planta proporcionando menor demanda de nutrientes levando a necessidade de reavaliação das quantidades de fertilizantes recomendadas. Por este motivo, a CFSEMG (1989) sugere para espaçamentos entre plantas inferiores a um metro, a redução de 20% na adubação recomendada; para espaçamentos entre linhas inferiores a dois metros, redução de 20% da recomendação e para plantios inferiores a um metro entre-plantas e dois metros entrelinhas uma redução de 30%, específicos para os plantios semi-adensados com 3000 a 5000 plantas ha⁻¹.

Trabalhando na região dos cerrados, em Patrocínio (MG), com populações variando de 2222 plantas por hectare a 13333 plantas por hectare e quatro doses da fórmula 20-5-20, na fase de produção, nas quantidades de 1200, 2400, 3600 e 4800 kg ha⁻¹, Nacif (1997), observou que as diferentes adubações não influenciaram significativamente as produções, ao contrário dos efeitos dos espaçamentos, sugerindo que quantidades menores de fertilizantes deveriam ter sido aplicadas devido ao seu melhor aproveitamento pelas plantas.

Nos espaçamentos tradicionais, o N pode incrementar a produção do cafeeiro em 30% (Sanzonowicz et al., 2003). Entretanto, em cafeeiros adultos, cultivados no sistema de plantio adensado, a adubação nitrogenada pode reduzir a produção, quando existe um alto grau de sombreamento e excesso de N nas folhas (Gallo et al., 1999).

Cervellini et al (1986) constataram efeito de até 120 g cova⁻¹ de N em população de 1667 plantas por hectare, o que equivale a uma quantidade de 200 kg ha⁻¹. Em outro experimento em lavouras de Mundo Novo, Catuaí e Catimor, Miguel et al. (1983) concluíram que a dose de 31 g planta⁻¹ de N foi suficiente para uma máxima produtividade em lavouras não adensadas.

As respostas à adubação fosfatada não são esperadas em plantas lenhosas adultas, porém alguns trabalhos relatam acréscimos produtivos de 15% (Uribe-Henao, 1983) e 16%, em solos com baixos teores de fósforo (Gallo et al., 1999). Este comportamento se deve provavelmente pela influência residual da adubação de plantio nos primeiros anos de cultivo (Pavan et al., 1986).

A adubação potássica pouco incrementa a produção, quando os teores no solo são médios (Raij et al., 1996) e a sua eficiência está condicionada a uma adequada disponibilidade de cálcio e, principalmente, de magnésio devido ao efeito da inibição competitiva entre as bases (Furtini Neto et al., 2001).

Uma adubação eficiente está relacionada também ao custo-benefício que esta proporciona; em outras palavras, a dose do adubo que proporciona o maior valor entre a receita e o custo do insumo representa a máxima produtividade econômica (Malavolta, 1993). Normalmente, a maior economicidade se encontra na dose que proporciona entre 80 a 100% da produção máxima, no entanto, é consensual uma produção relativa de 90% como a produtividade máxima econômica (Raij, 1981).

Nas condições sul mineiras são poucas as informações relativas à adubação com macronutrientes em lavouras cafezeiras adensadas, insuficientes para a recomendação de adubação. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de respostas dos cafeeiros em sistema de plantio adensado a doses de N, P₂O₅ e K₂O, nas condições da região Sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em três municípios da região Sul de Minas Gerais: em Três Pontas foi instalado em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico localizado nas coordenadas 21° 22' 00" S e 45° 30' 45" W a 885m de altitude e em São Sebastião do Paraíso em LATOSSOLO VERMELHO distroférrico nas coordenadas 20° 55' 01" S e 46° 59' 29" W a 991m de altitude, os quais, foram conduzidos desde a fase de mudas e, no município de Varginha, em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico nas coordenadas 21° 33' 05" S e 45° 25' 49" W a 916m de altitude, que apresentava três anos de idade por ocasião de sua instalação em 1997.

O espaçamento, comum aos três experimentos foi de 2,0 x 0,75 m (6667 plantas ha⁻¹), com delineamento experimental fatorial fracionado (½)(4)³, perfazendo um total de 32 parcelas (4 doses de N e K₂O: 100, 250, 400, 550 kg ha⁻¹ e 4 de P₂O₅: 0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹). Estas doses foram aplicadas nos dois primeiros locais, a partir do segundo ano de plantio e, em Varginha, a partir da instalação do ensaio. Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas de nove plantas, com a parcela útil formada por nove plantas nas três fileiras centrais.

Anterior a modelagem das equações, as produtividades foram agrupadas primeiramente, conforme a semelhança de variabilidades através da análise exploratória "box-plot", devido ao não comportamento bienal das produtividades. Por este análise, os agrupamentos foram constituídos das médias das safras de 2000 a 2003 em Três Pontas, 2000 e 2001 em São Sebastião do Paraíso e 1998 a 2000 em Varginha.

Como as superfícies de resposta interagem dois nutrientes, com a produtividade estimada para cada agrupamento de safras, foram geradas três curvas com as combinações de: N e P₂O₅, N e K₂O e P₂O₅ e K₂O, o que não significa que houve necessariamente interação destes nutrientes, pois a análise de regressão deste delineamento não permite tal inferência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos das superfícies de respostas (Tabela 1) quantificam as doses para as mínimas e as máximas produtividades relativas, correspondentes às menores doses utilizadas (Tabela 2) que variaram de 100 a 280 kg ha⁻¹ de N, 0 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 a 230 kg ha⁻¹ de K₂O. A produtividade variou de 22 a 58 sacas ha⁻¹, que representou 76 a 97% da produtividade máxima atingida nas três localidades em estudo.

Ao inteseccionar as doses (tabela 2) foi possível fazer uma indicação regional pois as doses de 100 a 155 kg ha⁻¹ de N, 0 a 8 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 100 a 150 kg ha⁻¹ K₂O foram comuns a todos os locais de modo que na média, doses de 128, 4 e 125 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, foram suficientes para produtividade média de 40 sacas ha⁻¹ referente a 86% da produtividade relativa média para os três municípios da região Sul de Minas Gerais. Com este resultado fica evidente a possibilidade de usar baixas doses de N, P₂O₅ e K₂O, para a obtenção de produtividades relativas elevadas e, provavelmente, próximas à máxima econômica do cafeeiro.

As baixas produtividades obtidas nos três locais, foram influenciadas principalmente pelos fortes déficits hídricos que ultrapassaram 200 mm de 1999 a 2002, mesmo não sendo evidenciada a bienalidade de produções.

Considerando a quantidade de nutrientes por planta, as doses médias comuns aos locais foram de 19g de N e K₂O por planta, abaixo daquelas de 125g de N e K₂O obtidas por Miguel et al. (1983) e 120 g de N por Cervellini et al. (1986) para as produtividades máximas.

O baixo efeito da adubação fosfatada pode estar ligada ao efeito residual da adubação de plantio aliada à eficiência da ciclagem de nutrientes proporcionada pelo sistema de plantio adensado, conduzindo a elevação natural do fósforo no solo (Prezotti & Rocha, 2003), bem como, a sua disponibilidade (Pavan et al., 1997) que pode estar ligado a associações micorrízicas, exudação de diversos ácidos orgânicos de baixo peso molecular, intensificado pelo maior número de plantas por hectare (Silva et al., 2000), contribuindo para a maior velocidade de liberação de formas insolúveis de K e P, de certa forma desconsideradas por alguns extratores (Jayarama et al., 1998).

Os teores médios de K acima de 3% na CTC, observados anteriormente à aplicação dos tratamentos no segundo ano em Três Pontas e São Sebastião do Paraíso e na lavoura já em produção de Varginha, podem ter influenciado o baixo incremento em produção da adubação potássica (Raij et al., 1996) e, também, pela maior exploração em profundidade do sistema radicular do cafeeiro (Garcia et al., 2003).

O nitrogênio assume o mesmo comportamento provavelmente pela melhor reciclagem deste no sistema através da decomposição das folhas senescentes e menores perdas por lixiviação decorrente da maior área do sistema radicular, mantendo um suprimento constante deste no sistema estabilizado (Cassidy & Kumar, 1984; Rena et al., 1994).

TABELA 1. Equações dos modelos de superfície de resposta para o LATOSSOLO VERMELHO distroférico de São Sebastião do Paraíso e no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico de Varginha e Três Pontas, MG.

Locais	Equações	R ²
Três Pontas (safras 2000 a 2003)	$Y(\text{Sacac ha}^{-1}) = 35,3^{**} + 5,25\text{bloco}^{**} - 0,0557\text{N}^{**} + 0,134\text{P}^{*} - 0,171\text{K}^{**} + 0,000588\text{NK}^{**} - 0,00107\text{P}^{2**} + 0,000266\text{K}^{2**} - 0,000001\text{N}^2\text{P}^{**} + 0,000003\text{P}^2\text{N}^{**} - 0,000001\text{K}^2\text{N}^{**}$ (**p<0,01; *p<0,05)	68%
São Sebastião do Paraíso (safras 2000 e 2001)	$Y(\text{sacas ha}^{-1}) = 38,710^{**} - 6,6794\text{Bloco}^{**} + 0,10012\text{N}^{++} - 0,08107\text{P}^{*} - 0,12238\text{K}^{**} + 0,0004668\text{NK}^{**} + 0,0004425\text{PK}^{+} - 0,0005983\text{N}^2\text{P}^{*} + 0,00014147\text{K}^2\text{P}^{*} - 0,00000047\text{N}^2\text{K}^{**} + 0,00000097\text{P}^2\text{K}^{*} - 0,00000030\text{K}^2\text{N}^{*} - 0,00000082\text{K}^2\text{P}^{*} + 0,00000075\text{N}^3\text{P}^{**}$ (**p<0,01; *p<0,05; +p<0,1; ++p<0,2)	85%
Varginha (safras 1998 a 2000)	$Y(\text{sacas ha}^{-1}) = 38,001^{**} - 2,951\text{bloco}^{*} - 0,0106\text{N}^{+} + 0,5289\text{P}^{**} + 0,3253\text{K}^{*} - 0,00351\text{P}^{2**} - 0,001165\text{K}^{2**} - 0,001623\text{NP}^{*} - 0,02465\text{PK}^{*} + 0,000006\text{PN}^2\text{P}^{*} + 0,0000095\text{PK}^2\text{P}^{*} + 0,00001223\text{P}^3\text{P}^{**} + 0,0000012\text{K}^3\text{P}^{**} - 0,00000001\text{PN}^3\text{P}^{**} - 0,00000001\text{PK}^3\text{P}^{*}$ (**p<0,01; *p<0,05; +p<0,1).	79%

TABELA 2. Intervalos de doses comuns às produtividades relativas mínimas e máximas no LATOSSOLO VERMELHO distroférico de São Sebastião do Paraíso e no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico de Varginha e Três Pontas, MG.

Locais	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	produtividades relativas mínimas e máximas	
				Sacas ha ⁻¹	%
Três Pontas	100 a 155	0 a 120	100 a 150	23 a 36	76 a 90
São Sebastião do Paraíso	100 a 250	0 a 8	100 a 160	22 a 23	88 a 92
Varginha	100 a 280	0 a 16	100 a 230	55 a 58	95 a 97
Interseção dos locais	100 a 155	0 a 8	100 a 150	22 a 58	76 a 97
Médias	128	4	125	40	87
Relações médias entre nutrientes	32	1	31	-	-

CONCLUSÕES

Produtividades expressivas puderam ser obtidas com baixas doses de nutrientes, em lavouras adensadas, referentes às faixas de 100 a 155 kg ha⁻¹ de N, 0 a 8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 a 150 kg ha⁻¹ K₂O, comuns aos três locais e cultivares avaliados no experimento.

No ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico em Três Pontas, essas doses foram suficientes para a produtividade de no mínimo 76% da máxima, assim como, 88% na mesma classe de solo em Varginha e 95% no LATOSSOLO VERMELHO distroférico em São Sebastião do Paraíso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSIDY, D. M. S.; KUMAR, D. Root distribution of *Coffea arabica* L. in Zimbabwe (I): The effect of plant density, mulch, cova planting and shade in Chimpinge. **Zimbabwe Journal of Agricultural Research**, Harare, v. 22, p. 119-132, 1984.

CERVELINI, G. S.; TOLEDO, S. V. de; REIS, A. J.; ROCHA, T. R. Nitrogênio na adubação química do cafeeiro: doses e parcelamento do nitrocálcio. **Brangantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 45-55, 1986.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 176 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; REZENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de A. **Fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p. (Curso de pós-graduação Lato Sensu (especialização) a distância).

GALLO, P. B.; RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A.; PEREIRA, L. C. E. Resposta de cafezais adensados à adubação NPK. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 341-351, 1999.

GARCIA, A. W. R.; JAPIASSU, L. B.; FROTA, G. B. Determinação do índice ideal de potássio no solo para a nutrição do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 407.

JAYARAMA; SHANKAR, B. N.; D'SOUZA, V. M. Citric acid as a potencial phosphate solubilizer in coffee soils. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 61, n. 4, p. 13-15, Apr. 1998.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro – colheitas econômicas máximas.** São Paulo: Ceres, 1993. 210 p.

MIGUEL, A. E.; GARCIA, A. W. R.; CORREA, J. B.; FIORAVANTE, N. Efeito de 3 níveis de adubação N e K em cafeeiros Mundo Novo, Catuai e Catimor, plantados em 2 densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1983. p. 289-291.

NACIF, A. de P. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuai, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante no Cerrado de Patrocínio - MG.** 1997. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PAVAN, M. A.; CARAMORI, P. H.; ANDROCIOLO FILHO, A. et al. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de lavoura cafeeira. I - influência na fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 187-192, fev. 1986.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLO FILHO, A. **Cultura do cafeeiro: o sistema de plantio adensado e a melhoria da fertilidade do solo.** Piracicaba: POTAFOS, 1997. 7 p. (Informações agronômicas, n. 80)

PREZOTTI, L. C.; ROCHA, A. C. da. Nutrição do cafeeiro arábica em função da densidade de plantas e da fertilização com NPK. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 428-429.

RAIJ, B. Van. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba: POTAFOS, 1981. 195 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 97-101. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 14.

SANZONOWICZ, C.; TOLEDO, P. M. R.; GOMES, A. C.; SAMPAIO, J. B. R.; MAIA, T. E. DE G.; GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; NAZARENO, R. B. Avaliação inicial do crescimento de um cafezal em um solo de cerrado sob diferentes níveis de adubação e regimes hídricos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 398-399.

SILVA, V. A.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. . Cinética de liberação do potássio em solos de regiões cafeeiras: efeito de ácidos orgânicos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília, D. F.: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2000. v. 2, p. 1408-1411.

URIBE-HENAO, A. Efecto del fósforo en la producción de café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 34, n. 1, p. 3-15, 1983.