

FAIXAS CRÍTICAS DE TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS PARA CAFEIROS FERTIRRIGADOS EM FORMAÇÃO

Gabriel Mendes Villela¹, Rubens José Guimarães², Clayton Grillo Pinto³, Myriane Stella Scalco⁴, José Carlos Sales Junior⁵, Willian Ribeiro Camilo⁶, Gesiel Alves⁷

(Recebido: 10 de abril de 2014; aceito: 10 de novembro de 2014)

RESUMO: Objetivou-se estabelecer faixas e/ou níveis críticos de teores foliares e o melhor nível de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio para cafeeiros fertirrigados em formação (segundo ano de adubação após o ano de plantio). O experimento foi conduzido em campo no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras-MG, de março de 2010 a julho de 2013. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos, quatro repetições e subdivisão das parcelas no tempo. Os níveis de adubação foram 10%, 40%, 70%, 100%, 130% e 160%, em relação à adubação padrão. No primeiro ciclo de fertirrigação, a adubação foi o padrão para lavouras de sequeiro em formação. Realizaram-se análises químicas das folhas em seis épocas, de dois em dois meses, a partir de 13/01/2012. Em julho de 2013, avaliou-se a produtividade de café ($L\text{ planta}^{-1}$) na segunda colheita, com influência dos níveis de adubação. O melhor nível de adubação com N, P e K foi de 122,61%, ou seja, 22,61% superior à adubação padrão, indicada para lavouras em formação não irrigadas. Estabeleceram-se faixas e níveis críticos de teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio para lavouras de café irrigadas em formação (segundo ano de adubação após o ano de plantio).

Termos para indexação: Análise foliar, nutrição mineral, irrigação.

CRITICAL RANGES OF LEAF PRIMARY MACRONUTRIENTS LEVELS FOR IRRIGATED COFFEE FARMING THE SECOND YEAR AFTER PLANTING

ABSTRACT: Aimed to establish bands and, or critical levels of foliar concentrations and optimal level of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium to fertirrigated coffee in formation. The experiment was carried out in the field in Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - MG, March 2010 to July 2013. The experimental design was a randomized block design with six treatments and four replicates. Nutrient levels were 10 %, 40 %, 70 %, 100 %, 130 % and 160 % compared to standard fertilization. In the first cycle of fertirrigation, fertilization was the standard for rainfed crops in training. Chemical analysis was performed in six sheets of times of two months, starting from 13/01/2012. In July 2013 we evaluated the productivity of coffee ($L\text{ plant}^{-1}$) in the second crop, with influences of fertilizer levels. The best level of fertilization with N, P and K is 122.61% compared to standard fertilizer for crops in non-irrigated training. Settled bands and critical levels of foliar N, P and K for crops irrigated coffee in the second year post-planting fertilizer.

Index terms: Foliar analysis, mineral nutrition, irrigation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, maior produtor e exportador e segundo maior consumidor de café do mundo, experimentou nos últimos anos aumentos sucessivos de produtividade devido à renovação com podas, pela substituição de lavouras improdutivas e também pelo emprego da irrigação. Por se tratar de lavoura perene é desejável que se utilizem tecnologias adequadas desde a formação da lavoura como: cultivares recomendadas para a região, mudas sadias e vigorosas, escolha e preparo da área para o plantio, implantação de quebra-ventos e condução adequada das plantas na fase de formação (PINTO et al., 2013).

O cafeeiro precisa de dois anos para completar seu ciclo fenológico de frutificação, ou seja, no primeiro ano há o crescimento do ramo, para em seguida ser iniciado o desenvolvimento reprodutivo sendo que, para isso, é necessário que se promova a nutrição adequada, o que levou a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG) a elaborar as “Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais”, 5ª Aproximação, para a cafeicultura de sequeiro (GUIMARÃES et al., 1999). Porém, dada às especificidades da cafeicultura irrigada, há necessidade de pesquisas relacionadas à nutrição e adubação do cafeeiro nesse tipo de cultivo.

¹Rua Marechal Bittencourt, 895 apto 02 - Gutierrez - 30.441-114 - Belo Horizonte - MG - gabrielmendesagro@gmail.com

²Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - 37.200-000 - Lavras - MG - rubensjoseguimaraes@gmail.com

³Universidade Federal de Lavras/UFLA - INCT-Café/INOVACAFÉ - 37.200-000 - Lavras - MG - claytonpinto15@gmail.com

⁴Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG - 37.200-000 - Lavras - MG - msscalco@deg.ufla.br

⁵Praça Tenente Francisco de Souza Lima, 52 - Centro - Lavras - MG - 37.200.000 - josecarloslms@hotmail.com

⁶R. Doutor Knight, 357 - Nova Lavras - Lavras-MG - 37.200-000 - willianribeirocamilo@gmail.com

⁷Universidade Federal de Lavras/UFLA - Alojamento Estudantil Ap 207 Bloco II - Campus Universitário - 37200-000 - Lavras - MG gesiel.lajinha@gmail.com

Assim, devido à carência de estudos em nutrição de cafeeiros irrigados, as recomendações têm sido baseadas na recomendação para lavouras de sequeiro, com algumas poucas adaptações. Tal fato pode comprometer o desenvolvimento das plantas quando conduzidas com irrigação, induzindo a uma carência ou excesso de nutrientes, pois o cafeeiro irrigado apresenta padrão de crescimento e produtividade diferenciados, conforme resultados obtidos em várias pesquisas (ARANTES; FARIA; REZENDE, 2009; CARVALHO et al., 2006; REZENDE et al., 2010; SILVA; TEODORO; MELO, 2008; SOBREIRA et al., 2011).

Anteriormente, utilizava-se a irrigação apenas em áreas com limitações hídricas acentuadas e se discutia a viabilidade ou não da fertirrigação em regiões aparentemente sem essas limitações para o cultivo do café, como é o caso do Sul de Minas Gerais, porém consideráveis perdas de produtividade e má qualidade dos grãos são observadas mesmo nessas regiões, com a ocorrência de veranicos em fases fenológicas críticas da cultura (SILVA; TEODORO; MELO, 2008). Também, a fertirrigação do cafeeiro, quando comparada ao sistema convencional, pode reduzir os custos com mão de obra durante as adubações, diminuir a compactação do solo pelo menor tráfego de máquinas, e, principalmente, promover maior eficiência na utilização dos nutrientes, devido à possibilidade de parcelamento e de uniformização da distribuição dos mesmos (GOMES; LIMA; CUSTÓDIO, 2007).

Porém, cuidados devem ser tomados com a fertirrigação para se evitarem perdas de nutrientes no solo, pois a adição de fertilizantes, mesmo que em quantidades adequadas, pode afetar a disponibilidade e a lixiviação de outros nutrientes, alterando a composição da solução do solo e promovendo modificações nos equilíbrios químicos entre as fases sólida e líquida (ERNANI et al., 2007). Neves, Ernani e Simonete (2009), estudaram a influência de doses de nutrientes na lixiviação do solo e observaram aumento nas concentrações de K^+ na solução lixiviada com a elevação da dose de K_2O aplicada.

Com a escassez de pesquisas para adubação de café irrigado, as recomendações ainda são conflitantes principalmente quando se considera a fertirrigação (PINTO et al., 2013). Sobreira et al. (2011) recomendam uma redução na dose dos fertilizantes N e K para cafeeiro fertirrigado “em formação (1º e 2º anos pós-plantio)”, em relação à recomendada por Guimarães et al. (1999) para o cultivo em sequeiro. Já Pinto et al.

(2013) encontraram como ideal para adubação de primeiro ano em lavouras fertirrigadas, o nível de 118,33% de N, P e K, ou seja 18,33% a mais do recomendado para lavouras de sequeiro.

Clemente et al. (2008), buscando as faixas críticas de teores foliares de macro e micronutrientes em cafeeiro irrigado, no primeiro ano de adubação após o plantio (experimento em vasos de 18 litros), relatam que as doses recomendadas situam-se entre 71% e 112% da adubação padrão recomendada por Guimarães et al. (1999) para todos os nutrientes, de forma independente da aplicação ser sólida ou líquida. Também trabalhando com adubação de primeiro ano após o plantio, desta vez em campo, Pinto et al. (2013) determinaram as faixas críticas de teores foliares de N, P, e K, encontrando o melhor nível de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em 118,33% da adubação padrão utilizada para lavouras de sequeiro.

Alguns autores propuseram valores de faixas e níveis críticos para lavouras em produção, como Martinez et al. (2003) que encontraram faixas críticas das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio para lavouras cafeeiras não irrigadas de alta e baixa produção, em quatro regiões do estado de Minas Gerais. A amplitude das faixas críticas do nitrogênio, nesses trabalhos, foi de 25,2 a 32,8 $g\ kg^{-1}$ para alta produção e de 23,5 a 31,3 $g\ kg^{-1}$ para baixa produção. Para o fósforo, a variação foi de 1,1 a 1,9 $g\ kg^{-1}$, nas lavouras de alta produção e de 0,9 a 3,2 $g\ kg^{-1}$, nas lavouras de baixa produção. Para o potássio, houve variação de 18 a 33,1 $g\ kg^{-1}$ e de 20,4 a 30,8 $g\ kg^{-1}$, respectivamente. Para cafeeiros de alta produtividade (acima de 50 sacas beneficiadas ha^{-1}), Bataglia et al. (2004) estabelecem os níveis críticos foliares de 32,7 $g\ kg^{-1}$ de N; 1,7 $g\ kg^{-1}$ de P e 23,5 $g\ kg^{-1}$ de K.

Quanto a parcelamentos de adubação, Sobreira et al. (2011) concluíram que o ideal para lavouras irrigadas em formação é de 12 vezes (doses iguais) durante o ano, quando o recomendado para lavouras de sequeiro é de 4 vezes ao ano.

Buscando-se a adequação das adubações, podem-se encontrar níveis críticos ou faixas críticas (ou faixas de suficiência) de teores foliares de nutrientes. O nível crítico é a concentração em uma parte específica da planta, em determinado estágio de crescimento, na qual ocorre redução de 5% ou de 10 % na produtividade máxima (SUMMER, 1979), já a faixa crítica, é a faixa de concentração do nutriente considerada adequada para o maior crescimento e desenvolvimento das plantas (FONTES, 2001).

Para a determinação de faixas críticas, Reuter e Robinson (1988) recomendam que essas sejam determinadas nas plantas que apresentarem 90% do crescimento máximo, o qual pode ser estabelecido a partir de medições e contagens realizadas nas plantas em estudo e também pela produtividade obtida na colheita.

Assim, a determinação dos níveis ou faixas críticas pela análise química das folhas é importante ferramenta para a correção de deficiências, principalmente por possibilitar a detecção e correção antes do aparecimento de sintomas e conseqüentes alterações internas, que certamente já terão comprometido o crescimento e o desenvolvimento das plantas (MARTINEZ et al., 2003). Não foram encontrados na literatura níveis ou faixas críticas para lavouras cafeeiras fertirrigadas no segundo ano de adubação e poucas informações para cafeeiros irrigados em fase de formação, o que justifica a realização deste trabalho.

Nesse contexto, objetivou-se estabelecer faixas e/ou níveis críticos de teores foliares e o melhor nível de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio para cafeeiros fertirrigados em formação (segundo ano de adubação após o ano de plantio).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Lavras, Minas Gerais, em área do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em altitude de 910 metros, latitude sul de 21°14'06" e longitude de 45°00'00" W Gr. O clima é classificado como Cwa, temperado chuvoso com inverno seco e verão chuvoso, e subtropical, com inverno seco e temperatura do mês mais quente, maior que 22,8 °C em fevereiro. A precipitação anual média é de 1.460 mm, com a maior e a menor precipitação mensal normal de 321 mm em janeiro e 7 mm em julho. A temperatura média anual é de 20,4 °C, variando de 17,1 °C em julho a 22,8 °C, em fevereiro. A evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR) variam de 899 a 956 mm e de 869 a 873 mm, respectivamente (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-escuro distroférrico de textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006). As amostras para análise química e física foram coletadas ao início da aplicação dos tratamentos (segundo ano pós plantio) nas camadas de 0 a 20 cm e de 21 a 40 cm de profundidade, (Tabela 1).

A correção da acidez do solo e aplicação dos fertilizantes nos sulcos de plantio, por ocasião da implantação da lavoura foram feitas seguindo as recomendações de Guimarães et al. (1999). Os cafeeiros destinados ao experimento foram plantados em março de 2010 com mudas convencionais da cultivar Topázio MG-1190, no espaçamento de 2 metros entrelinhas e 60 centímetros entre plantas nas linhas (2,0 x 0,6 m).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram constituídas por seis tratamentos (doses de NPK) e as subparcelas por seis épocas de avaliação dos teores foliares. Cada parcela constou de oito plantas (9,6 m²), sendo seis plantas na parcela útil (7,2 m²), perfazendo o total de 144 plantas avaliadas em 172,8 m². Foram consideradas bordaduras, duas plantas (uma em cada extremidade) de cada parcela e uma fileira de plantas adjacente a cada fileira de parcelas úteis. O experimento totalizou uma área de 691,2 m² ocupada com 576 plantas.

Os tratamentos constaram de seis níveis de adubação para nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), correspondentes a 10%, 40%, 70%, 100%, 130% e 160% da adubação padrão (100%), recomendada por Guimarães et al. (1999) para adubação no segundo ano pós-plantio, em função de análise do solo para lavoura de sequeiro.

Durante o primeiro ano de formação da lavoura após o plantio (antes do início dos tratamentos), a lavoura de café irrigada recebeu a adubação padrão recomendada por Guimarães et al. (1999) para lavoura não irrigada por meio de fertirrigação. A aplicação dos tratamentos foi realizada apenas no segundo ano após a implantação, objetivo do presente trabalho.

Os fertilizantes contendo nitrogênio e potássio foram aplicados via fertirrigação em doze parcelamentos iguais, conforme sugerido por Sobreira et al. (2011), enquanto que a adubação fosfatada foi distribuída nos sulcos de plantio (por ocasião da implantação), considerando as mesmas porcentagens (tratamentos) em relação à recomendação padrão de Guimarães et al. (1999).

Nitrogênio, fósforo e potássio foram fornecidos na forma de uréia (45% de N), superfosfato simples (18% de P₂O₅) e nitrato de potássio (12% de N + 43% de K₂O), respectivamente. Cálcio, magnésio e enxofre foram fornecidos pela aplicação de calcário e de superfosfato simples. Os micronutrientes foram aplicados em três pulverizações foliares, de acordo com Guimarães et al. (1999).

TABELA 1 - Caracterização química e física da área experimental em 27/10/2011.

Característica	0 a 20 cm
Ph	5,50
Fósforo remanescente - Prem (mg L ⁻¹)	27,20
Fósforo disponível - P (mg dm ³)	17,72
Potássio trocável - K ²⁺ (cmol _c dm ³)	0,30
Cálcio trocável - Ca ²⁺ (cmol _c dm ³)	2,60
Magnésio trocável - Mg ²⁺ (cmol _c dm ³)	0,78
Alumínio trocável - Al ³⁺ (cmol _c dm ³)	0,10
Hidrogênio + Alumínio - H+Al (cmol _c dm ³)	4,23
Capacidade de troca catiônica - T (cmol _c dm ³)	7,85
Mg (T%)	9,93
Ca (T%)	33,19
K (T%)	3,00
Índice de saturação por bases - V (%)	46,10
Índice de saturação por alumínio - m (%)	2,69
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	3,14
Areia (%)	27,00
Silte (%)	20,00
Argila (%)	53,00

pH em água; P e K: extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1mol L⁻¹; H + Al: extrator SMP; matéria orgânica: oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N.

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Material Vegetal da Fundação de Apoio à Tecnologia Cafeeira (Fundação PROCAFE).

No sistema de irrigação localizada foram utilizados gotejadores autocompensantes, com vazão nominal de 4 L hora⁻¹. As irrigações, quando necessárias (de acordo com o balanço hídrico), foram realizadas às terças e sextas-feiras, e o volume de água aplicado foi calculado por meio de dados climáticos obtidos na estação meteorológica instalada nas proximidades da área experimental. O método utilizado para os cálculos foi o de Penman-Monteith, adotado como padrão pela *Food and Agricultural Organization (FAO)*, para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) (VESCOVE; TURCO, 2005). A cada 15 dias, a pressão do sistema foi aferida por meio de manômetro, nos cavaletes de saída da água para cada tratamento, tendo-se mantido constante ao longo de todo o período de condução do experimento.

A área experimental contou com tratamento fitossanitário e manejo de plantas espontâneas, indicados para a cultura. As amostragens de folhas para análise química foram feitas em seis épocas: E1 (13/01/2012); E2 (12/03/2012); E3 (11/05/2012); E4 (13/07/2012); E5 (14/09/2012)

e E6 (14/11/2012). A correspondência dessas épocas com os períodos do ano para efeito de faixas críticas foi: E1 = novembro/dezembro; E2 = janeiro/fevereiro; E3 = março/abril; E4 = maio/junho; E5 = julho/agosto e E6 = setembro/outubro.

As amostragens de folhas ocorreram sempre com, pelo menos, 30 dias após a última fertirrigação e/ou adubação foliar, coletando-se 32 folhas totalmente expandidas de cada parcela útil, do terceiro ou do quarto par, contados a partir do ápice dos ramos, no terço médio e dos dois lados da planta, no sentido perpendicular à fileira de plantas, adaptado de Guimarães et al. (1999). As análises foram realizadas no Laboratório da Fundação Procafé, em Varginha - MG, tendo sido determinados os teores foliares dos nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco). Avaliou-se a produtividade de café (L planta⁻¹) obtida em julho de 2013, colhendo-se o total de frutos em cada parcela útil e dividindo-o pelo número de plantas úteis da parcela.

Com efeito significativo dos níveis de nutrientes sobre a produtividade de café, obteve-se a equação de regressão para produtividade ($L\ planta^{-1}$), em função de diferentes níveis aplicados de N, P e K. Derivando-se a equação, encontrou-se o nível máximo de N, P e K que possibilitou obter a máxima produtividade. Em seguida, calculou-se 90% desse nível, que possibilita obter 90% da máxima produtividade ou do máximo crescimento (REUTER; ROBINSON, 1988). O valor obtido foi substituído na mesma equação de regressão, encontrando-se os termos “a”, “b” e “c” que possibilitaram utilizar a fórmula resolutive de Bhaskara, por meio da qual foram identificados o limite inferior e o limite superior dos níveis de adubação que possibilitam obter pelo menos 90% da máxima produtividade.

As faixas críticas dos teores foliares foram obtidas como recomendado por Fontes (2001), pela associação da equação de regressão da característica avaliada (produtividade) com as equações de regressão dos teores foliares dos nutrientes N, P, e K, em cada época de avaliação, utilizando os limites encontrados pela fórmula resolutive de Bhaskara.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa computacional SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2000). Para análise estatística, adotou-se a subdivisão no tempo para as análises foliares, uma vez que se propôs determinar as faixas e/ou níveis críticos de teores foliares de N, P e K, por períodos sucessivos de dois meses durante o ano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o efeito significativo dos diferentes níveis de adubação e coeficiente de variação de boa precisão ($CV=21,12\%$) sobre a produtividade na segunda colheita, aos 40 meses de idade da lavoura (parcelas foram colhidas em julho de 2013), verificou-se que a produtividade do cafeeiro foi determinada em função do desenvolvimento da planta no ano anterior, envolvendo as diversas fases do florescimento e frutificação. Foram colhidos em média $0,26\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 10%; $1,30\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 40%; $1,56\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 70%; $3,05\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 100%; $2,99\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 130% e $2,58\ L\ planta^{-1}$ no nível de adubação NPK 160% (Figura 1).

As faixas críticas de teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio foram determinadas

partindo-se da equação de regressão para produtividade de frutos de café ($L\ planta^{-1}$), em função da aplicação de diferentes níveis de adubação NPK. O nível de N, P e K para obtenção da máxima produtividade, correspondente a 136,23% da adubação padrão utilizada para lavoura de sequeiro em produção foi obtido a partir da derivação da equação de regressão (Figura 1). Substituindo esse valor na mesma equação, obteve-se a máxima produtividade de $2,85\ L\ planta^{-1}$. Calculou-se 90% desses valores encontrando-se 122,61% e $2,57\ L\ planta^{-1}$, respectivamente. Substituindo Y por 2,57 na mesma equação de regressão foi possível calcular o valor do discriminante de equação delta ($\Delta = b^2 - 4ac$) = 0,0002 para a fórmula resolutive de Bhaskara:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

onde seus termos apresentam os seguintes valores: “a” = -0,000169; “b” = 0,046047; “c” = -2,86005.

Por meio desta fórmula, chegou-se ao limite inferior e ao limite superior do nível de adubação que possibilitou obter, 90% da produtividade máxima: 94,38% e 178,07% de NPK, respectivamente. Esses limites foram substituídos nas equações de regressão de cada nutriente e em cada uma das seis épocas de análise foliar, e assim foram determinadas as faixas críticas de teores foliares expressas em $g\ kg^{-1}$.

Os resultados dos desdobramentos de níveis de N, P e K dentro de cada época de avaliação possibilitaram calcular as faixas críticas do nitrogênio para as épocas 1 (nov./dez.), 2 (jan./fev.), 3 (mar./abr.), 4 (mai./jun.), 5 (jul./ago.) e 6 (set./out.); para o fósforo nas épocas 3 (mar./abr.), 4 (mai./jun.), 5 (jul./ago.) e 6 (set./out.) e para o potássio nas épocas 3 (mar./abr.) e 4 (mai./jun.). Nas demais épocas não se observaram efeitos significativos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, dos níveis de adubação sobre os teores foliares dos nutrientes.

Aplicada a análise de regressão aos dados de teores foliares de N, P e K, para os níveis de adubação em cada uma dessas épocas, encontraram-se os resultados ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4.

Observa-se pela Figura 2, que houve tendência linear crescente dos teores foliares de nitrogênio em função do aumento nos níveis de NPK nas épocas 1 (nov./dez.), 3 (mar./abr.), 4 (mai./jun.), 5 (jul./ago.) e 6 (set./out.).

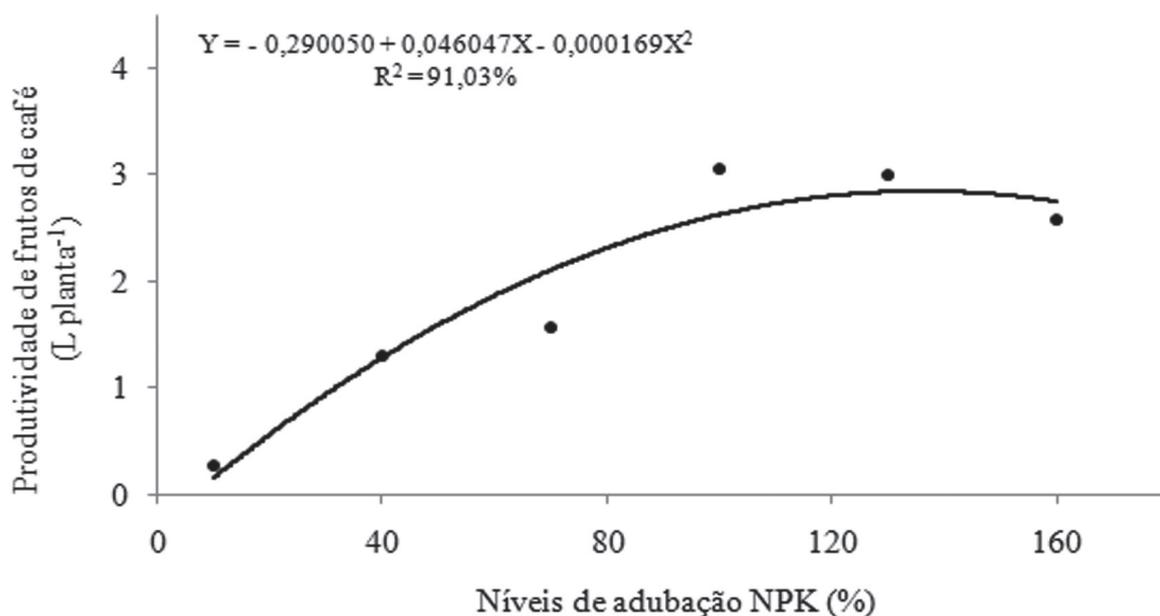


FIGURA 1 - Produtividade de frutos de café (L planta⁻¹) em função de níveis de adubação NPK (%), em lavoura de 2º ano pós-plantio fertirrigada.

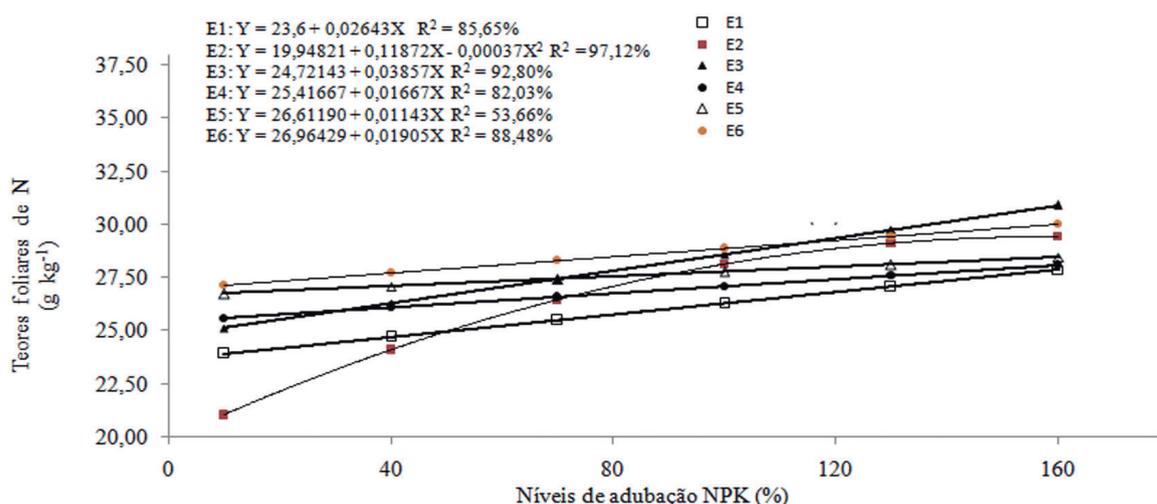


FIGURA 2 - Teores foliares de N (g kg⁻¹) em função de níveis de adubação NPK (%), em lavoura de 2º ano pós-plantio fertirrigada.

Houve tendência quadrática para a época 2 (jan./fev.)

As equações geradas pelas tendências observadas possibilitaram determinar as faixas críticas do nitrogênio para os respectivos períodos: 26,10 a 31,0g kg⁻¹ para novembro/dezembro; 27,90 a 29,30 g kg⁻¹ para janeiro/fevereiro, 28,40 a 31,60 g kg⁻¹ para março/abril; 27,00 a 28,40 g kg⁻¹ para maio/junho, 27,70 a 28,60 g kg⁻¹ para

julho/agosto e 28,80 a 30,40g kg⁻¹ para setembro/outubro.

No caso do fósforo (Figura 3) houve tendência linear dos teores foliares em função do aumento nos níveis aplicados de NPK nas épocas 3, 4, 5 e 6, e as faixas críticas determinadas foram as seguintes: 1,60 a 1,70 g kg⁻¹ para março/abril, 1,40 a 1,60g kg⁻¹ para maio/junho; 1,6 a 1,9 g kg⁻¹ para julho/agosto e 2,0 a 2,3 g kg⁻¹ para setembro/outubro.

Na Figura 4, observa-se que houve tendência linear para os teores foliares de potássio em função dos níveis de adubação NPK, nas épocas 3 e 4. Determinaram-se então as faixas críticas para esses períodos, de 19,10 a 20,50 g kg⁻¹ para março/abril e 16,90 a 18,80 g kg⁻¹ para maio/junho.

As diferenças encontradas neste trabalho em relação aos níveis críticos encontrados por Bataglia et al. (2004) e às faixas críticas propostas por Martinez et al. (2003) estão, possivelmente, relacionadas à maior demanda dos nutrientes pelas plantas irrigadas e ao fato de que este estudo tratou de lavouras novas, em fase de formação (segundo ano pós-plantio). Ressalta-se ainda, segundo Martinez et al. (2003), que pode haver diferenças de resultados em diferentes ambientes, o que levou os autores a realizarem seu trabalho em quatro regiões de Minas Gerais.

Para os casos em que os efeitos dos níveis de adubação não foram significativos, optou-se por calcular as médias dos teores foliares de N, P e K encontrados nos resultados de análise foliar entre o tratamento padrão (nível de adubação NPK = 100%) e o tratamento imediatamente superior (nível de adubação NPK = 130%), já que a máxima

produtividade encontrada no nível de adubação de 122,61% de NPK em relação à adubação padrão para sequeiro está entre estes dois tratamentos. A partir daí, sugere-se as seguintes faixas críticas: 1,6 a 1,7 g kg⁻¹ de P na época 1; 1,9 g kg⁻¹ de P na época 2 (nível crítico); 18,9 a 19,2 g kg⁻¹ de K na época 1; 23,8 a 24,6 g kg⁻¹ de K na época 2; 24,7 a 27,7 g kg⁻¹ de K na época 5; 23,9 a 25,4 g kg⁻¹ de K na época 6:

Determinaram-se, pois, as faixas e os níveis críticos de N, P e K nas seis épocas estudadas, conforme segue: Nitrogênio (g kg⁻¹): 26,1 a 31,0 em novembro/dezembro; 27,9 a 29,3 em janeiro/fevereiro; 28,4 a 31,6 em março/abril; 27 a 28,4 em maio/junho; 27,7 a 28,6 em julho/agosto e 28,8 a 30,4 em setembro/outubro; Fósforo (g kg⁻¹): 1,6 a 1,7 em novembro/dezembro; 1,9 em janeiro/fevereiro; 1,6 a 1,7 em março/abril; 1,4 a 1,6 em maio/junho; 1,6 a 1,9 em julho/agosto e 2,0 a 2,3 em setembro/outubro; Potássio (g kg⁻¹): 18,90 a 19,2 em novembro/dezembro; 23,80 a 24,60 em janeiro/fevereiro; 19,1 a 20,5 em março/abril; 16,9 a 18,8 em maio/junho; 24,7 a 27,7 em julho/agosto e 23,9 a 25,4 em setembro/outubro.

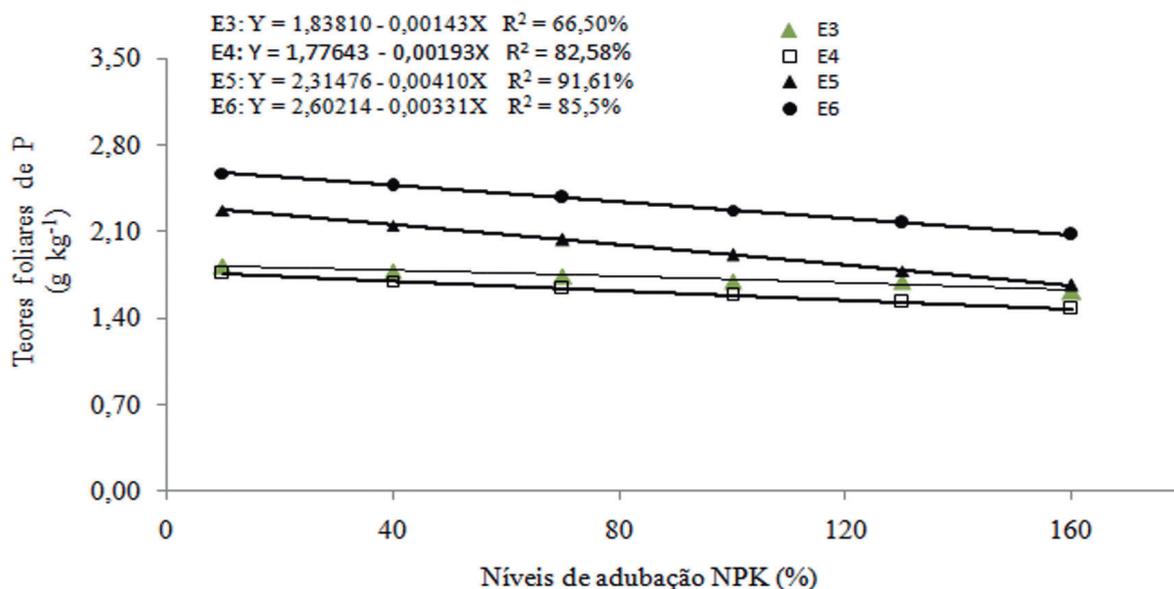


FIGURA 3 - Teores foliares de P (g kg⁻¹) em função de níveis de adubação NPK (%), em lavoura de 2º ano pós-plantio fertirrigada.

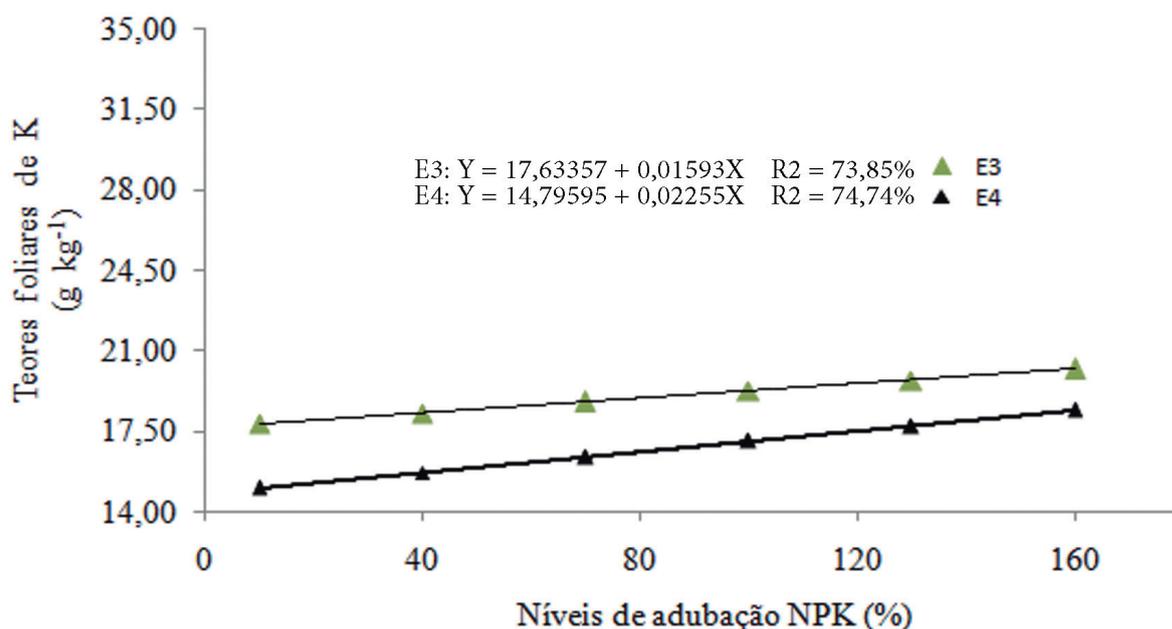


FIGURA 4 - Teores foliares de K (g kg⁻¹) em função de níveis de adubação NPK (%), em lavoura de 2º ano pós-plantio fertirrigada.

4 CONCLUSÕES

Estabeleceram-se faixas e níveis críticos de teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio para lavouras de café irrigadas em formação (segundo ano de adubação após o ano de plantio).

Para fertirrigação no segundo ano de adubação após o ano de plantio, o melhor nível de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio é 122,61% da adubação padrão utilizada para lavouras de sequeiro.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA); À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café); Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 2, p. 313-319, mar./abr. 2009.

BATAGLIA, O. C. et al. Diagnose nutricional do cafeeiro pelo DRIS variando-se a constante de sensibilidade dos nutrientes de acordo com a intensidade e frequência de resposta na produção. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 2, p. 253-263, 2004.

CARVALHO, C. H. M. et al. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, mar./abr. 2006.

CLEMENTE, F. M. V. T. et al. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio: primeiro ano. *Coffee Science*, Lavras, v. 3, n. 1, p. 47-57, 2008.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ERNANI, P. R. et al. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 31, p. 393-402, 2007.

- FERREIRA, D. R. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5.3. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p.
- GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 564-570, 2007.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003.
- NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 33, p. 25-32, 2009.
- PINTO, C. G. et al. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes primários para cafeeiros fertirrigados no primeiro ano pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 530-538, out./dez. 2013.
- REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis: an interpretation manual**. 2nd ed. Melbourne: Inkata, 1988. 218 p.
- REZENDE, F. C. et al. Cafeeiro recepado e irrigado em diferentes épocas: produtividade e qualidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 229-236, 2010.
- SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 387-394, 2008.
- SOBREIRA, F. M. et al. Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação em plantio adensado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 9-16, jan. 2011.
- SUMMER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 2, p. 343-348, 1979.
- VESCOVE, H. V.; TURCO, J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara, SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 713-721, set./dez. 2005.