

FAIXAS CRÍTICAS DE CONCENTRAÇÃO PARA MACRO E MICRONUTRIENTES EM CAFEIEIROS (*Coffea arabica* L.) NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO ⁽¹⁾.

Wander Eustáquio de Bastos Andrade ⁽²⁾; Ronessa Bartolomeu de Souza ⁽³⁾; Rubens José Guimarães ⁽⁴⁾; Janice Guedes de Carvalho ⁽⁵⁾; Augusto Ramalho de Moraes ⁽⁶⁾. 1. Trabalho conduzido com recursos do CBP&D - Café. 2. Pesquisador da Pesagro-Rio/EEC. Av. Francisco Lamego, 134. Guarus. 28100-000 - Campos dos Goytacazes-RJ. Telefax (22) 2723-2105. 3. Pesquisadora da Embrapa Hortaliça, Brasília-DF. 4, 5, 6. Professor da UFLA, Lavras-MG.

Resumo - O nível crítico, amplamente usado na diagnose nutricional de plantas, apresenta algumas desvantagens, sendo sugerido o uso de faixas críticas, pois não existe uma concentração específica de determinado nutriente relacionada a uma produtividade, mas sim uma faixa. O presente trabalho objetivou determinar as faixas de suficiência de macro e micronutrientes em lavouras de produtividade alta (iguais ou superiores a 30 sc há⁻¹ de café beneficiado) e produtividade baixa (inferior a 30 sc há⁻¹ de café beneficiado), durante dois anos consecutivos. Para tanto, realizaram-se análises foliares em 167 lavouras de cafeeiros arábica, sendo 73 de alta e 94 de baixa produtividade, nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000. Para cada nutriente, as faixas críticas que não apresentaram pontos de intersecção foram consideradas diferentes entre si. Verificou-se para cada nutriente que as faixas críticas ajustadas apresentam pontos de intersecção entre ano de alta e baixa produtividade, o que torna estas faixas semelhantes entre si. Portanto, pode-se inferir que as faixas obtidas podem ser utilizadas nas lavouras independentemente de ser ano de alta ou de baixa produtividade. As faixas críticas obtidas também estão próximas das citadas na literatura. Para aumentar a confiabilidade das faixas críticas de macro e micronutrientes de cafeeiros cultivados no Rio de Janeiro, reduzindo-se os coeficientes de variação dos dados, recomenda-se novos estudos, envolvendo maior número de amostragens.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., Rio de Janeiro (Estado), análise foliar, faixas críticas.

CRITICAL RANGES OF MACRO AND MICRONUTRIENTS FOR COFFEE (*Coffea arabica* L.) IN RIO DE JANEIRO STATE

Abstract- The critical level, widely used to detect the nutritional status of plants, presents some disadvantages, which suggests the use of critical ranges, since there is no a specific concentration of such a particular nutrient related to a productivity, but it could be said yes, as a range. The present work aimed to determine adequate ranges of macro and micronutrients for coffee plantation with high productivity (equal or superior to 30 bags of 60 kg ha⁻¹ of peeled coffee), during two consecutive years. There were leaf analyses in 167 arabic coffee plantations (73 of high and 94 of low productivity) during the cropping years of 1998/1999 and 1999/2000. For each nutrient, the critical ranges that did not present interception point were considered statistically different within each other. It was verified that the critical range adjusted for each nutrient presented interception points between high and low productivity year which turns these ranges statistically alike among each other. As a result, it can be said that the obtained ranges can be used in coffee plantations regardless the year of high or low productivity. The critical ranges found in this work are very near of those cited in the literature. In order to increase the confidence of the critical ranges of macro and micronutrients of coffee plantations in the State of Rio de Janeiro with a decrease in the data coefficient of variation, it is recommended new studies with a greater number of samples.

Key words: *Coffea arabica* L, Rio de Janeiro State, leaf analyses, critical level.

INTRODUÇÃO

Na diagnose do estado nutricional de plantas dois conceitos são usados: o nível crítico e a faixa de suficiência. O nível crítico corresponde à concentração do nutriente, na folha ou no solo, acima da qual há pouca probabilidade de resposta produtiva da planta ao fornecimento externo desse nutriente. Deste modo, um nutriente é considerado deficiente quando a sua concentração na folha for inferior a um determinado valor crítico, considerado padrão (Martinez *et al.*, 2000a; Fontes, 2001). O valor padrão é obtido da análise química de amostras de plantas coletadas em lavouras manejadas para alta produtividade. Além dos custos mais baixos, a análise em nível de campo permite a obtenção de informações mais rápidas (Bernardi, 1995), já que o uso eficiente de fertilizantes exige não só a correta diagnose dos problemas de fertilidade do solo, mas também da nutrição da planta (Lopes e Guilherme, 1990).

O nível crítico, apesar de largamente usado no diagnóstico nutricional do cafeeiro, apresenta um inconveniente, pois ele é incapaz de prever a variação na concentração de nutriente associada com uma dada produtividade (Martinez *et al.*, 2000a). Isto foi observado por Corrêa *et al.* (2001) que, ao avaliarem o estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais, verificaram uma discordância de níveis críticos em função das localidades. Para solucionar essa discordância, Matiello *et al.* (2002), sugeriram mais trabalhos na área, para melhor aferição do nível crítico.

O conceito de faixas críticas ou de suficiência, partindo-se do princípio de que não existe um teor específico de determinado nutriente em relação a uma dada produtividade, mas uma faixa de teores (Carvalho *et al.*, 2001), tem sido o mais empregado para diagnosticar o estado nutricional de lavouras cafeeiras (Martinez *et al.*, 2000a, 2000b). Embora a

adoção de faixas de suficiência dê flexibilidade na diagnose, ela pode diminuir a exatidão, sobretudo quando os limites das faixas de determinado nutriente são muito amplos (Faquin, 2002). Para reduzir o intervalo dessas faixas deve-se padronizar condições como a variedade estudada, localidade, metodologia analítica, produtividade desejada, entre outras.

Avaliando o estado nutricional de cafeeiro conilon no Espírito Santo, com ênfase em diferentes métodos de interpretação de análise foliar, Leite (1993), atenta para a necessidade de identificar para cada local qual ou quais métodos têm melhor possibilidade de aprimorar o estudo do sistema solo-planta.

O presente trabalho objetivou determinar as faixas de suficiência para macro e micronutrientes em cafeeiro arábica cultivados no Estado do Rio de Janeiro, a partir da análise química de folhas coletadas em lavouras com produtividade alta (igual ou superior a 30 sc há⁻¹ de café beneficiado) e baixa produtividade (inferior a 30 sc há⁻¹ de café beneficiado).

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos dados - Este trabalho foi obtido por meio de levantamento foliar realizado em dois anos consecutivos (1998/1999 e 1999/2000), envolvendo 167 talhões nos dois anos de amostragem, nos municípios cafeeiros de São Fidélis – região Norte, Porciúncula e Varre Sai – região Noroeste e Bom Jardim e Duas Barras – região Serrana. Estes municípios representam 65,55% da área cafeeira fluminense (Federação da Agricultura do Estado do Rio de Janeiro, 1999). Em cada localidade foram demarcados talhões de 1,0 ha, coletando-se amostras foliares de 20 plantas. Para isso, considerou-se o terceiro ou quarto pares de folhas em ramos produtivos nos quatro pontos cardeais, na porção mediana de plantas contendo frutos no estágio chumbinho (Martinez *et al.* 1999). As amostras colhidas foram homogeneizadas e, em seguida, secas em estufa de circulação forçada de ar, moído, devidamente acondicionadas e posteriormente analisadas nos laboratórios da UFV para macro (dag.kg⁻¹) e micronutrientes (mg.kg⁻¹).

A partir de questionários aplicados aos produtores, os dados de produtividade dos talhões amostrados foram listados em planilhas, juntamente com os teores foliares, permitindo-se se estabelecer um banco de dados.

Para efeito de classificação das lavouras para produtividade, foi feita a média da produção dos dois anos amostrados (1998/1999 e 1999/2000) e, caso a média obtida fosse maior ou igual que 30 sacas há⁻¹ de café beneficiado, eram consideradas como de alta produtividade.

Determinação das faixas Críticas - Com os resultados das análises foliares foram determinados a média ($\bar{y}$), o desvio-padrão da média ($S\bar{y}$) e o coeficiente de variação (CV) das concentrações para cada nutriente nas folhas das plantas. Estes valores foram calculados para o ano de alta e para o ano de baixa produtividade.

A partir dos resultados obtidos foram efetuados os cálculos da faixa crítica (FC) das concentrações para cada nutriente, considerando-se o desvio-padrão da média dos teores de cada nutriente, conforme a equação a seguir:

$$FC = \bar{y} \pm k S\bar{y}$$

em que FC = Faixa Crítica do nutriente;

$\bar{y}$ = média do teor do nutriente;

$S\bar{y}$ = desvio-padrão da média = $S/\sqrt{r}$, em que $r = 1$.

Com o propósito de evitar faixas críticas muito amplas, adotou-se o valor k, variando de 0,6 a 1,0, como um fator de correção, ajustando-se assim o desvio-padrão da média conforme o valor do CV, diminuindo-se, desta forma, a amplitude da faixa crítica. Estes valores de correção foram obtidos de trabalho conduzido por Martinez *et al.* (2003), ao estabelecerem faixas críticas de concentrações de nutrientes para quatro regiões de Minas Gerais.

Os valores de k foram estabelecidos em função do CV, da seguinte forma:

k = 1,0 para os nutrientes cujo CV (%) foi < 20 %;

k = 0,8 para os nutrientes cujo CV (%) variou de 20 a 40 %; e

k = 0,6 para os nutrientes cujo CV (%) variou de 40 a 80 %.

Após as determinações e os ajustes das faixas críticas dos teores dos nutrientes em função do ano de alta e baixa produtividade, estas foram comparadas com aquelas determinadas pelos autores: Malavolta *et al.* (1989); Raij *et al.* (1996); Martinez *et al.* (1999); Matiello *et al.* (2002); Malavolta (1993) e Malavolta *et al.* (1997).

Nos anos de alta e baixa produtividade as faixas críticas de concentrações de nutrientes nas folhas dos cafeeiros também foram comparadas, a fim de detectar se ocorria diferença entre elas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, as faixas críticas e os coeficientes de variação das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de cafeeiros, em ano de alta e baixa produtividade para o estado do Rio de Janeiro encontram-se na Tabela 1.

Verifica-se para cada nutriente que as faixas críticas ajustadas apresentam pontos de interseção entre ano de alta e baixa produtividade, o que torna estas faixas semelhantes entre si. Portanto, pode-se inferir que as faixas obtidas podem ser utilizadas nas lavouras independentemente de ser ano de alta ou de baixa produtividade.

De modo geral as faixas críticas obtidas estão próximas das citadas na literatura (Tabela 2) quanto ao N, P, Fe, Mn e Cu. As concentrações obtidas para o K, Ca e Zn são inferiores aos citados por Malavolta *et al.* (1989) e Malavolta *et al.* (1997), sendo um pouco inferiores às concentrações citadas pelos demais autores, apesar de apresentarem pontos de interseção. O mesmo ocorreu em relação ao Mg, em que as concentrações obtidas foram inferiores aos estabelecidos por Malavolta *et al.* (1989), Malavolta *et al.* (1997) e Matiello *et al.* (2002). Apesar de também serem observados pontos de interseção em relação aos citados pelos demais autores, as faixas obtidas foram geralmente inferiores. Dados mais divergentes foram observados para o B, em que a faixa crítica obtida só apresentou interseção à faixa estabelecida por Matiello *et al.* (2002), sendo inferior às demais faixas citadas.

Tabela 1 – Médias, faixas críticas e coeficientes de variação (CV) das concentrações de macro e micronutrientes em folhas de cafeeiros, em ano de alta e baixa produtividade para o Estado do Rio de Janeiro.

Nutriente	Média	Faixa Crítica	CV
Alta produtividade ⁽¹⁾			
N (dag kg ⁻¹)	2,76	2,45 – 3,06	11,00
P (dag kg ⁻¹)	0,17	0,13 – 0,20	19,16
K (dag kg ⁻¹)	1,69	1,29 – 2,08	28,86
Ca (dag kg ⁻¹)	0,86	0,61 – 1,10	35,83
Mg (dag kg ⁻¹)	0,27	0,21 – 0,32	26,51
Zn (mg kg ⁻¹)	10,93	7,61 – 14,24	50,57
Fe (mg kg ⁻¹)	125,06	85,87 – 164,24	52,21
Mn (mg kg ⁻¹)	139,95	106,09 – 173,80	40,31
Cu (mg kg ⁻¹)	10,11	7,47 – 12,74	43,43
B (mg kg ⁻¹)	36,32	27,14 – 45,49	42,07
Baixa produtividade ⁽²⁾			
N (dag kg ⁻¹)	2,88	2,49 – 3,26	13,28
P (dag kg ⁻¹)	0,16	0,12 – 0,19	25,14
K (dag kg ⁻¹)	1,66	1,17 – 2,14	36,31
Ca (dag kg ⁻¹)	0,84	0,62 – 1,05	43,59
Mg (dag kg ⁻¹)	0,28	0,20 – 0,35	35,60
Zn (mg kg ⁻¹)	10,11	6,97 – 13,24	38,78
Fe (mg kg ⁻¹)	126,59	85,85 – 167,32	53,62
Mn (mg kg ⁻¹)	125,47	86,90 – 164,04	38,42
Cu (mg kg ⁻¹)	9,73	6,86 – 12,59	36,80
B (mg kg ⁻¹)	39,66	27,81 – 51,50	37,32

(1) Número de lavouras de alta produtividade: 73.

(2) Número de lavouras de baixa produtividade: 94.

Tabela 2 – Faixas Críticas de concentrações de nutrientes em folhas de cafeeiro, segundo alguns autores.

Nutriente	Autores*					
	1	2	3	4	5	6
N (dag.kg ⁻¹)	2,90-3,20	2,60-3,20	2,70-3,20	3,00-3,50	2,70-3,20	2,90-3,20
P (dag.kg ⁻¹)	0,16-0,19	0,12-0,20	0,15-0,20	0,12-0,15	0,15-0,20	0,16-0,19
K (dag.kg ⁻¹)	2,20-2,50	1,80-2,50	1,90-2,40	1,80-2,30	1,90-2,40	2,20-2,50
Ca (dag.kg ⁻¹)	1,30-1,50	1,00-1,50	1,00-1,40	1,00-1,50	1,00-1,40	1,30-1,50
Mg (dag.kg ⁻¹)	0,40-0,45	0,30-0,50	0,31-0,36	0,35-0,50	0,31-0,36	0,40-0,45
Zn (mg.kg ⁻¹)	15 - 20	10 – 20	8 – 16	10 – 20	8 – 16	15 - 20
Fe (mg.kg ⁻¹)	100 - 130	50 – 200	90 – 180	70 – 200	90 – 180	100 - 130
Mn (mg.kg ⁻¹)	80 - 100	50 – 200	120 - 210	50 – 200	120 - 210	80 - 100
Cu (mg.kg ⁻¹)	11 - 14	10 – 20	8 – 16	10 – 50	8 – 16	11 - 14
B (mg.kg ⁻¹)	50 - 60	50 - 80	59 - 80	40 - 80	59 - 80	50 - 60

* (1) Malavolta *et al.* (1989); (2) Raij *et al.* (1996); (3) Martinez *et al.* (1999); (4) Matiello *et al.* (2002); (5) Malavolta (1993); (6) Malavolta *et al.* (1997).

Martinez *et al.* (2003), em trabalho semelhante conduzido em Minas Gerais, obteve faixas críticas próxima das encontradas na literatura para o N, Ca e S. As faixas obtidas em Minas Gerais foram superiores em relação ao Cu e Mn e inferiores para o Fe e Zn.

CONCLUSÃO

As faixas críticas ajustadas para o Estado do Rio de Janeiro foram semelhantes, independente do ciclo biennial de produtividade do cafeeiro, podendo ser utilizada tanto para o ano de alta quanto de baixa produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDI, A. C. de C. **Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de pomares de laranja “Valência” e suas relações com a produtividade e qualidade dos frutos.** 1995. 98 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1995.

CARVALHO, J. G. de *et al.* **Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional da planta.** 2001. 95 f. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” à distância. (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

CORRÊA, J. B. *et al.* **Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 25, n. 6, p. 1279-1286, nov./dez., 2001.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas.** 2002. 77 f. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” à distância. (Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio) – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FAERJ). **Diagnóstico da cafeicultura no Estado do Rio de Janeiro:** relatório de pesquisa. Rio de Janeiro : FAERJ, 1999. 165 f.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Viçosa : UFV, 2001. 122 f.

LEITE, R. de A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar.** 1993. 87 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes:** aspectos agrônômicos. São Paulo : ANDA, 1990. 60 p. (ANDA. Boletim Técnico, 4).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 238 f.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201 f.

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.

MARTINEZ, H. E. P. *et al.* **Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Manhuaçu e Patrocínio.** Belo Horizonte : EPAMIG, 2000a. 36 f. (EPAMIG. Boletim Técnico, 59).

MARTINEZ, H. E. P. *et al.* **Faixas críticas de macro e micronutrientes para o cafeeiro em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos ...** Poços de Caldas : CBP&D/Café, 2000b. CD ROM. p. 1308-1310.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. **Diagnose foliar.** In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VEGAS, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** Viçosa, MG : CFSEMG, 1999. p. 143-168.

MATIELLO, J. B. *et al.* **Cultura de café no Brasil:** novo manual de recomendações. Rio de Janeiro : MAPA/Fundação PROCAFÉ, 2002. 387 f.

RAIJ, B. van *et al.* **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas : Instituto Agrônômico de Campinas, 1996. 285 f. (IAC. Boletim Técnico, 100).