

FAIXAS CRÍTICAS DE TEORES FOLIARES DE MICRONUTRIENTES EM MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

Roger Alexandre Nogueira Gontijo¹, Janice Guedes de Carvalho², Rubens José Guimarães³, Antônio Nazareno Guimarães Mendes³, Wander Eustáquio de Bastos Andrade⁴

(Recebido: 31 de janeiro de 2007; aceito: 06 de setembro de 2007)

RESUMO: Objetivou-se quantificar e estabelecer faixas críticas de micronutrientes em folhas de mudas de café em experimento conduzido na Universidade Federal de Lavras, de maio de 2002 a janeiro de 2003. Utilizou-se blocos ao acaso, esquema fatorial 6 x 4, (6 níveis de adubação e 4 épocas de amostragem), com 4 repetições (9 plantas úteis na parcela). As avaliações foram realizadas com mudas de 3, 4, 5 e 6 pares de folhas verdadeiras. Os níveis de adubação utilizados foram 25, 50, 75, 100, 125 e 150% do substrato padrão. Avaliaram-se: altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da raiz, caule, folhas e total e análises químicas foliares para identificação dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn. Para determinação das faixas críticas encontraram-se modelos matemáticos que adequassem os níveis de adubação à *performance* das plantas. Quando níveis de adubação e interação de época e níveis de adubação foram significativos, realizou-se análises de regressão para cada característica e época de amostragem. O mesmo feito para teores de micronutrientes na matéria seca das folhas, interpolados com níveis de adubação. Derivou-se equações de cada característica por época, encontrando-se o ponto de máxima *performance*. Identificou-se faixas dos níveis de adubação, que proporcionaram acima de 90% da *performance* máxima substituindo-os nas equações em cada época, encontrando-se as faixas críticas (mg/kg): boro (39,74 a 39,94), cobre (6,94 a 9,29), ferro (209,01 a 213,88), manganês (33,05 a 37,21), zinco (3,68 a 4,08). A coleta de folhas deve ser no estádio de 4 pares.

Palavras-chave: Café, muda, micronutriente, análise foliar, faixas críticas.

CRITICAL RANGES OF LEAF MICRONUTRIENT LEVELS IN COFFEE SEEDLINGS (*Coffea arabica* L.)

ABSTRACT: The objective of this work was to quantify the leaf micronutrient levels in coffee seedlings, to establish critical ranges in the experiment carried out in Federal University of Lavras, from May/2002 to January/2003. A random block design was arranged in a 6 x 4 factorial scheme (six fertilization levels and four sampling times), with four replications (nine plants were evaluated per plot). The evaluations were performed when the seedlings reached the stages of 3, 4, 5 and 6 pairs of leaves. The fertilization levels used were: 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, and 150% with standard substrate). The following characteristics were evaluated: plant height, shoot diameter, leaf area, root dry weight, shoot and leaf dry weight's, and chemical analysis of the leaves to quantify the B, Cu, Fe, Mn, and Zn levels. To determine the critical ranges, the most adequate mathematical model to the fertilization levels in relation to plant performance was selected. For this purpose, where there was a significant effect of the fertilization level and of the interaction between time and fertilization level, regression analyses of each characteristic evaluated in each sampling time were performed. The same process was applied to the leaf micronutrient levels found in leaf dry weight, interpolated with the fertilization levels. Then the regression equations set for each characteristic in each sampling time were derived to determine the point of maximum performance. Using the equations it was possible to identify the ranges of the fertilization substrate levels that provided a maximum performance above 90% in the plants. These fertilization levels were substituted in the regression equations of the leaf micronutrient levels in each sampling time to find the critical range of micronutrients (mg/kg): boron (39,74 to 39,94), copper (6,94 to 9,29), iron (209,01 to 213,88), manganese (33,05 to 37,21), zinc (3,68 to 4,08). The optimum stage to harvest leaves is four pairs of leaves.

Key words: Coffee, seedlings, micronutrient, leaf analysis, critical ranges.

1 INTRODUÇÃO

A nutrição adequada das mudas é fator importante para seu bom desenvolvimento, bem como para o estabelecimento da futura lavoura. Atualmente,

não se encontram na literatura faixas críticas de micronutrientes para mudas de café que possam subsidiar o monitoramento de seu estado nutricional na fase de viveiro. É necessário quantificar cada nutriente na matéria seca das mudas durante sua

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – roger@ufla.br

²Engenheira Agrônoma, Dra. Professora da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – janicegc@ufla.br

³Engenheiro Agrônomo, Drs., Professores da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rubensjg@ufla.br, naza@ufla.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador PESAGRO-RIO – Av. Francisco Lamego, 134 – 28080-000 – Campo dos Goytacazes, RJ – wanderpesagro@yahoo.com.br

permanência no viveiro, de forma a possibilitar a melhoria da nutrição e adubações suplementares para correção de possíveis deficiências e excessos de nutrientes. Nas décadas de 80 e 90, vários autores, como Malavolta (1993), Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996), Reuter & Robinson (1988) e Wilson (1985), apresentam faixas críticas dos teores de nutrientes em folhas de cafeeiro que servem de padrão para identificação de deficiências e excessos, porém, somente aplicáveis em resultados de análises foliares de plantas em produção. No presente trabalho, visa-se a identificar faixas críticas dos teores foliares de micronutrientes que sirvam de referência para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na fase de produção de mudas em saquinhos, bem como o melhor estádio de desenvolvimento das mudas para a amostragem de folhas para análise.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no viveiro do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizada em Lavras, no sul do estado de Minas Gerais, de junho de 2002 a fevereiro de 2003. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 6 x 4, sendo seis níveis de adubação do solo utilizada na composição dos substratos (tratamentos), avaliados em quatro estádios de desenvolvimento das mudas (épocas de amostragens), com quatro repetições (blocos). O experimento contou com um total de 2400 mudas, sendo 25 por parcela (9 úteis e 16 de bordadura). A semeadura foi realizada em saquinhos de polietileno preto, perfurados, com 11 cm de largura por 20 cm de comprimento. Foi utilizado o substrato padrão (nível 4), recomendado por Guimarães et al. (1999), e mais cinco diferentes níveis de adubação a partir desse: Nível 1 - 25% da adubação do substrato-padrão (925 litros de terra de subsolo + 75 litros de esterco curral + 1,25 kg de superfosfato simples + 0,125 kg de cloreto de potássio); Nível 2 - 50% da adubação do substrato-padrão (850 litros de terra de subsolo + 150 litros de esterco curral + 2,50 kg de superfosfato simples + 0,25 kg de cloreto de potássio); Nível 3 - 75% da adubação do substrato-padrão (775 litros de terra de subsolo + 225 litros de esterco curral + 3,75 kg de superfosfato simples + 0,375 kg de cloreto de

potássio); Nível 4 - 100% “substrato-padrão” (700 litros de terra de subsolo + 300 litros de esterco curral + 5,0 kg de superfosfato simples + 0,5 kg de cloreto de potássio); Nível 5 - 125% da adubação do substrato-padrão (625 litros de terra de subsolo + 375 litros de esterco curral + 6,25 kg de superfosfato simples + 0,625 kg de cloreto de potássio); Nível 6 - 150% da adubação do substrato-padrão (550 litros terra de subsolo + 450 litros de esterco curral + 7,5 kg de superfosfato simples + 0,75 kg de cloreto de potássio). A cultivar utilizada nos experimentos foi a Acaia Cerrado, MG 1474. As amostragens foram realizadas quando as mudas encontravam-se nos estádios de 3, 4, 5 e 6 pares de folhas verdadeiras, épocas 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Em cada época foram retiradas nove mudas por parcela e, então, feitas às medições de altura, diâmetro do caule e área foliar, sendo a altura das plantas medida do colo até o meristema apical do ramo ortotrópico em cm; o diâmetro do caule medido com paquímetro na altura do colo em mm; e a área foliar obtida em centímetros quadrados por muda. Esse valor foi estimado pela metodologia proposta por Huerta (1962), que consiste em medir o comprimento e maior largura de uma das folhas de cada par, desde que essa não possua comprimento inferior a 2,5 centímetros. Essas duas medidas são multiplicadas entre si, pela constante 0,667 e por dois para, obter a área foliar de cada par de folhas. Somando-se as áreas dos pares de folhas, obtém-se a área foliar de cada muda. Posteriormente, foram feitas a separação e lavagem em água corrente das raízes, caule e folhas. Todas as partes das plantas foram enxaguadas em água deionizada, sendo as folhas lavadas e limpas com algodão embebido em água, antes de enxaguadas, para posterior determinação dos teores de nutrientes. As raízes, caules e folhas das nove plantas de cada parcela foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, devidamente etiquetados e levadas para a secagem em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 60°C até peso constante. Após a secagem, pesou-se o material em balança de precisão e o resultado foi expresso em gramas por planta. Para determinação dos teores médios em mg/kg de B, Cu, Fe, Mn e Zn, foram utilizadas todas as folhas das mudas das parcelas úteis, sendo essas moídas em moinho tipo Wiley e as análises feitas conforme Malavolta et al. (1989).

Para a determinação das faixas críticas, foram utilizados modelos matemáticos que adequassem os níveis de adubação à *performance* das plantas; onde houve efeito significativo para níveis de adubação e para a interação entre época e níveis de adubação, foram feitas análises de regressão para cada característica avaliada dentro de cada época de amostragem. O mesmo foi feito para os teores foliares de micronutrientes interpolados com os níveis de adubação. A partir daí, efetuou-se a derivação das equações de regressão de cada característica dentro de cada época de amostragem, encontrando-se o ponto de máxima *performance*. Em seguida, foram encontrados os valores de 90% da máxima *performance*, identificando, posteriormente, as faixas dos níveis de adubação do substrato correspondentes (tabela 2). Esses níveis de adubação foram substituídos nas equações de regressão dos teores foliares dos nutrientes em cada época de amostragem, para que, finalmente, as faixas críticas de nutrientes fossem encontradas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional 'SISVAR' (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise estatística, verificou-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, para níveis de adubação, épocas e a interação níveis e épocas, quando analisadas as características altura, diâmetro e área foliar, massa seca das raízes, massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca total. Para blocos, somente não houve efeito significativo quando analisada a característica massa seca de raízes.

A interação entre níveis de adubação e época de amostragens foi significativa, indicando que o crescimento das mudas é influenciado pelos níveis de adubação estudados, dependendo do estágio de desenvolvimento, ou seja, deve haver pelo menos uma diferença de desenvolvimento das mudas formadas em um mesmo nível de adubação quando avaliadas em épocas diferentes. Pela análise de variância dos desdobramentos, notou-se que, nas determinações realizadas com as mudas que apresentaram 3 pares de folhas verdadeiras (época 1), houve significância a 5% pelo teste F, somente para a característica área foliar. Na época de amostragem, em que as mudas apresentavam 4 pares de folhas verdadeiras (época 2), à exceção da característica altura, todas as demais

apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Já para as demais épocas de amostragem estudadas (épocas 3 e 4), houve efeito significativo a 1%, pelo teste F, para todas as características, indicando haver pelo menos uma diferença entre os níveis de adubação utilizados dentro de cada estágio de desenvolvimento. Para a característica altura, os efeitos dos níveis de adubação começaram a apresentar diferenças significativas nas mudas a partir de 5 pares de folhas verdadeiras (época 3), seguindo ajuste quadrático. A altura máxima obtida foi de 19,13 cm, proporcionada pelo nível 4 (substrato padrão) de adubação. Para as demais características avaliadas, os efeitos significativos dos níveis de adubação começaram a ocorrer a partir de 4 pares de folhas verdadeiras. O diâmetro do caule máximo foi 2,34 mm e área foliar, 36,87 cm², ambos verificados no nível 4 (substrato padrão) de adubação. O nível de 75% (nível 3) em relação ao substrato-padrão proporcionou valores máximos para massa seca da raiz (1,89 g) e massa seca do caule (1,81 g). Os valores máximos para massa seca das folhas (6,12 g) e massa seca total (9,85 g) foram observados no nível de 125% (nível 5) de adubação em relação ao padrão.

Na tabela 1, são apresentadas as características avaliadas e as épocas de amostragem com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação.

De posse das equações de regressão (Tabela 1) e pela metodologia descrita, determinaram-se os pontos de máxima *performance*, valores correspondentes a 90% e os níveis de adubação adequados, conforme apresentado na tabela 2.

De posse das faixas dos níveis de adubação correspondente a 90% da máxima *performance*, buscou-se a correspondência desses valores com os teores de macronutrientes na matéria seca das folhas.

Nutrientes

Para a correspondência da característica altura com todos os micronutrientes, foi utilizado o estágio de 5 pares (época 3) de folhas verdadeiras, pois, conforme verificado anteriormente, nos estádios de 3 e 4 pares (épocas 1 e 2), não foi detectado efeito significativo dos níveis de adubação em relação a essa característica. Para as demais características, foi utilizado o estágio de 4 pares (época 2) de folhas verdadeiras, visando a possibilitar correções de

nutrientes ainda na fase de viveiro. Na tabela 3, são apresentadas as equações de regressão e coeficientes de determinação para os teores de micronutrientes nas mudas de cafeeiro.

Boro

Os teores de boro nas folhas das mudas variaram de 38,13 a 43,86 mg/kg, sendo a faixa crítica

que contempla todas as características de crescimento os teores entre 39,74 a 39,94 mg/kg. (Tabela 4). A faixa crítica encontrada por Gonçalves (2005), para mudas produzidas em tubetes foi de 37,53 a 48,93 mg/kg, ou seja, faixa crítica mais ampla do que a encontrada neste trabalho. O teor foliar médio de 45,10 mg/kg encontrado por Guimarães (1994) foi superior à faixa crítica estabelecida no presente trabalho. Para

Tabela 1 – Épocas de amostragens, equações de regressão e coeficientes de determinação para características de crescimento de mudas de cafeeiro em diferentes níveis de adubação.

Características	Amostragens	Equações de regressão	R ²
Altura	5 pares	$Y = 6,89 + 5,64X - 0,65X^2$	0,94
Diâmetro	4 pares	$Y = 1,69 + 0,32X - 0,039X^2$	0,98
Área foliar	4 pares	$Y = 7,62 + 10,87X - 1,01X^2$	0,95
Massa seca raiz	4 pares	$Y = 1,00 - 0,56X - 0,08X^2$	0,93
Massa seca caule	4 pares	$Y = 0,363 + 0,692X - 0,083X^2$	0,97
Massa seca folhas	4 pares	$Y = 0,327 + 2,378X - 0,244X^2$	0,99
Massa seca total	4 pares	$Y = 1,37 + 3,82X - 0,43X^2$	0,99

Tabela 2 – Épocas de amostragens (pares de folhas verdadeiras), pontos de máxima performance, valor correspondente a 90% e níveis de adubação adequados para cada característica avaliada em mudas de cafeeiro.

Características	Épocas	Máximos	90%	Níveis adubação (90%)	
				Inferior	Superior
Altura (cm)	5	19,13	17,21	2,62 (65,5%)	6,05 (151,3%)
Diâmetro (mm)	4	2,34	2,11	1,66 (41,5%)	6,53 (163,3%)
Área foliar (cm ²)	4	36,87	33,18	3,47 (86,8%)	7,29 (182,3%)
M. S. raiz (g)	4	1,98	1,78	1,92 (48,0%)	5,08 (127,0%)
M. S. caule (g)	4	1,81	1,63	2,93 (73,3%)	5,40 (135,0%)
M. S. folhas (g)	4	6,12	5,51	3,27 (81,8%)	6,43 (160,8%)
M. S. total (g)	4	9,85	8,87	2,93 (73,3%)	5,95 (148,8%)

Tabela 3 – Equações de regressão para os teores de macronutrientes nas folhas de mudas de cafeeiro submetidas a diferentes níveis de adubação.

Nutrientes	Equação de regressão	R ²
Boro	$Y = 51,71 - 5,72X + 0,60X^2$	0,95
Cobre	$Y = 14,36 - 1,46X$	0,93
Ferro	$Y = 292,84 - 46,32X + 5,87X^2$	0,78
Manganês	$Y = 68,31 - 12,71X + 1,08X^2$	0,98
Zinco	$Y = 4,52 - 0,49X + 0,07X^2$	0,36

plantas em produção, a faixa crítica dos teores de boro encontradas por Malavolta (1993), Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996), Reuter & Robinson (1988) e Wilson (1985) está entre 40 a 100 mg/kg, no 3º ou 4º pares de folhas, ou seja, acima da faixa crítica verificada no presente trabalho.

Cobre

Os teores de cobre variaram de 3,72 a 11,94 mg/kg, com os teores de 6,94 a 9,29 mg/kg, sendo a faixa comum a todas as características de crescimento (Tabela 4). O teor foliar médio de 7,58 mg/kg encontrado por Guimarães (1994) situa-se na faixa crítica estabelecida. Gonçalves (2005) encontrou de 1,31 a 1,75 mg/kg, faixa crítica com teores foliares inferiores aos encontrados no presente trabalho. As faixas críticas encontradas por Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996), Reuter & Robinson (1988) e Wilson (1985), para plantas em produção, variaram de 7 a 50 mg/kg.

Ferro

Os teores foliares de ferro variaram de 202,79 a 267,13 mg/kg. O maior teor entre os encontrados no limite inferior das faixas foi de 209,01 mg/kg, e o menor, no limite superior de 213,88 mg/kg, estabelecendo-se, assim, a faixa crítica para este nutriente (Tabela 5). Guimarães (1994) encontrou teor foliar médio de 388,11 mg/kg, valor acima dos encontrados neste trabalho. Já a faixa crítica encontrada por Gonçalves (2005), de 94,12 a 115,33 mg/kg para mudas produzidas em tubetes, apresentou com teores cujos valores encontram-se abaixo da faixa verificada neste trabalho. Malavolta (1993), Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996), Reuter & Robinson (1988) e Wilson (1985), trabalhando com plantas em produção, estabeleceram faixas cujos teores variaram de 70 a 200 mg/kg, ou seja, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 4 – Características, épocas de amostragens e faixas críticas dos teores mínimos e máximos de boro e cobre em mudas de cafeeiro.

Características	Épocas	Faixas críticas de teores foliares (mg/kg)	
		Boro	Cobre
Altura	5 pares	39,06 – 40,84	5,59 – 10,73
Diâmetro	4 pares	39,74 – 43,86	4,83 – 11,94
Área Foliar	4 pares	39,08 – 41,90	3,72 – 9,29
Massa seca raiz	4 pares	38,13 – 42,94	6,94 – 11,56
Massa seca caule	4 pares	38,32 – 40,10	6,48 – 10,08
Massa seca folhas	4 pares	39,43 – 39,94	4,97 – 9,45
Massa seca total	4 pares	38,92 – 40,10	5,67 – 10,08

Tabela 5 – Características, épocas de amostragens e faixas críticas dos teores mínimos e máximos de ferro e manganês em mudas de cafeeiro.

Características	Épocas	Faixas críticas de teores foliares (mg/kg)	
		Ferro	Manganês
Altura	5 pares	211,77 – 227,46	30,94 – 42,42
Diâmetro	4 pares	232,11 – 240,67	31,36 – 50,19
Área Foliar	4 pares	202,79 – 267,13	33,05 – 37,21
Massa seca raiz	4 pares	209,01 – 225,55	31,61 – 47,89
Massa seca caule	4 pares	207,51 – 213,88	31,17 – 40,34
Massa seca folhas	4 pares	204,14 – 237,69	31,24 – 38,29
Massa seca total	4 pares	207,51 – 225,05	30,91 – 40,34

Manganês

Observa-se (Tabela 5) que o teor de manganês nas folhas das mudas variaram de 30,91 a 50,19 mg/kg. O maior valor entre os encontrados no limite inferior das faixas para as diferentes características avaliadas foi de 33,05 mg/kg e o menor encontrado no limite superior foi de 37,21 mg/kg, estabelecendo-se, assim, a faixa crítica para esse nutriente. O teor foliar médio de 29,68 mg/kg encontrado por Guimarães (1994) está abaixo dos encontrados para todas as características de crescimento avaliadas neste trabalho. Gonçalves (2005) encontrou 225,14 a 253,60 mg/kg, ou seja, valores acima dos determinados no presente trabalho. Faixas com teores superiores também foram determinadas por Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996), Reuter & Robinson (1988) e Wilson (1985), para plantas em produção que variaram de 50 a 210 mg/kg.

Zinco

A época utilizada para fazer a associação dos níveis de adubação com os teores foliares de zinco foi o estágio de 5 pares de folhas verdadeiras (época 3), pois o efeito significativo foi observado apenas nesse estágio de desenvolvimento. Os teores de zinco nas folhas das mudas variaram de 3,66 a 4,67 mg/kg (Tabela 6). O maior valor entre os encontrados no limite inferior das faixas para as diferentes características avaliadas foi de 3,68 mg/kg e o menor encontrado no limite superior das faixas foi de 4,08 mg/kg, determinando-se, assim, a faixa crítica dos teores foliares de zinco.

Guimarães (1994) encontrou um teor médio de 16,94 mg/kg, superior aos da faixa crítica estabelecida no presente trabalho. Gonçalves (2005), trabalhando com mudas produzidas em tubetes, estabeleceu uma faixa de 12,08 a 15,54 mg/kg, também com teores superiores aos encontrados neste trabalho. Malavolta (1993), Malavolta et al. (1997), Matiello (1997), Mills & Jones Junior (1996) e Wilson (1985) estabeleceram faixas críticas para plantas em produção, em que os teores foliares de zinco variaram de 8 a 30 mg/kg, ou seja, superiores aos encontrados no presente trabalho.

4 CONCLUSÕES

As faixas críticas dos teores foliares de micronutrientes determinadas para mudas de cafeeiro cultivar Acaia MG 1474, na fase de viveiro, foram: boro (39,74 a 39,94 mg/kg), cobre (6,94 a 9,29 mg/kg), ferro (209,01 a 213,88 mg/kg), manganês (33,05 a 37,21 mg/kg), zinco (3,68 a 4,08 mg/kg).

A coleta de folhas para análise química dos teores de micronutrientes em mudas de cafeeiro deve ser realizada quando as mudas encontrarem-se no estágio de 4 pares de folhas verdadeiras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, D. R. 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. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

Tabela 6 – Características, épocas de amostragens e faixas críticas dos teores mínimos e máximos de zinco em mudas de cafeeiro.

Características	Épocas	Faixas críticas de teores foliares (mg/kg)
		Zinco
Altura	5 pares	3,72 – 4,12
Diâmetro	5 pares	3,90 – 4,30
Área Foliar	5 pares	3,66 – 4,67
Massa seca raiz	5 pares	3,84 – 3,84
Massa seca caule	5 pares	3,68 – 3,91
Massa seca folhas	5 pares	3,67 – 4,26
Massa seca total	5 pares	3,68 – 4,08

- GONÇALVES, M. S. **Faixas críticas de teores foliares de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B., LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. **Cafeeiro**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 289-302.
- GUIMARÃES, R. J. **Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão**. 1994. 113 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- HUERTA, S. A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el área foliar del cafeto. **Cenicafé**, Caldas, v. 13, n. 1, p. 33-42, ene./mar. 1962.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVIERA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MATIELLO, J. B. **Gosto do meu cafezal**. Rio de Janeiro: Publicações Globo Rural, 1997. 139 p.
- MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**. 2. ed. Athens: Micro-Macro, 1996. 422 p.
- REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis: an interpretation manual**. 2. ed. Melbourne: Inkata, 1988. 218 p.
- WILSON, K. C. Mineral nutrition and fertilizer needs. In: CLIFORD, N. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). **Coffee botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Croom Helm: [s.n.], 1985. part 6, p. 135-156.