

FAIXAS CRÍTICAS DE TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) PRODUZIDAS EM TUBETES

Critical ranges of macronutrient content in leaves of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) grown in plastic pots

Sergio Moraes Gonçalves¹, Rubens José Guimarães², Janice Guedes de Carvalho³, Elberis Pereira Botrel⁴

RESUMO

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de determinar os teores foliares de macronutrientes em mudas de cafeeiro produzidas em tubetes. O experimento foi conduzido em viveiro localizado no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de maio de 2003 a janeiro de 2004. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial simples 6 x 3 com quatro blocos, sendo seis níveis de adubação do substrato (50, 75, 100, 125, 150 e 200% da dose padrão de Osmocote por m³ de substrato) e três estádios de desenvolvimento das plantas: 3, 4 e 5 pares de folhas. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), área foliar (cm²), massa seca de raiz (g), massa seca de caule (g), massa seca das folhas (g), massa seca de parte aérea (g), massa seca total (g) e concentrações foliares de: N, P, K, Ca, Mg, S. As faixas críticas de teores obtidas para macronutrientes são as seguintes: nitrogênio (2,26 a 2,62 dag/Kg); fósforo (0,22 a 0,25 dag/Kg); potássio (2,59 a 2,92 dag/Kg); cálcio (0,69 a 0,76 dag/Kg); magnésio (0,11 a 0,12 dag/Kg); enxofre (0,15 a 0,24 dag/Kg). Além disso, constatou-se que o estádio de 4 pares de folhas verdadeiras é o ideal para a coleta de folhas visando à avaliação do estado nutricional das mudas.

Termos para indexação: Cafeeiro, mudas, nutrientes, tubetes.

ABSTRACT

The aim of this study was to determinate the macronutrient content in leaves of coffee seedlings grown in plastic pots. The experiment was carried out at a greenhouse located in the coffee research area at the Agronomy Department of Lavras Federal University from May 2003 to January 2004. We used a block design in a sample factorial 6 x 3 with four blocks, where the substrate was treated with six levels of fertilization (50, 75, 100, 125, 150, and 200% of standard fertilization with Osmocote for m³ substrate) and the evaluations were performed at three stages of development (sampling times): three, four, and five pairs of leaves. The following characteristics were evaluated: plant height (cm), stem diameter (mm), leaf area (cm²), root dry weight (g), stem dry weight (g), leaf dry weight (g), total dry weight (g), and leaf analysis for the following nutrients: N, P, K, Ca, Mg, S. The critical ranges obtained for macronutrients were: nitrogen (2.26 to 2.62 dag/Kg); phosphorus (0.22 to 0.25 dag/Kg); potassium (2.59 to 2.92 dag/Kg); calcium (0.69 to 0.76 dag/Kg); magnesium (0.11 to 0.12 dag/Kg); sulfur (0.15 to 0.24 dag/Kg). It was confirmed that the four true pair of leaves were the ideal for leaf sampling aiming at the identification of the macronutrient contents.

Index terms: Coffee tree, seedlings, nutrients, plastic pots.

(Recebido em 10 de janeiro de 2006 e aprovado em 26 de março de 2008)

INTRODUÇÃO

A forma usual para produção de mudas de cafeeiros é a utilização de um substrato composto de 70% de solo e 30% de esterco de bovinos, enriquecido com adubos químicos e acondicionados em saquinhos plásticos (polietileno). Em virtude do referido sistema apresentar alguns inconvenientes como maior custo no transporte, menor rendimento no plantio e necessidade de maior volume de substrato, a geração de novas tecnologias para propagação do cafeeiro tornaram

necessárias, sendo que o uso de tubetes mostra-se viável para produção de mudas, tanto provenientes de sementes como de estacas (GUIMARÃES et al., 1998; POZZA et al. 2007; AMARAL et al. 2007).

Vallone (2003), variando as doses de adubação individual entre 0,4 e 1,3 g/tubete, observou que as mudas produzidas em tubetes de 120 mL apresentaram superioridade nas características avaliadas em relação aos tubetes de 50 mL, mesmo recebendo doses iguais de fertilizante por tubete. Cunha et al. (2002) em um trabalho

¹Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Agronomia/Fitotecnia – Consultor Técnico Autônomo – R: Benito Porcaro,36, Bairro Limoeiro – 35300-117 – Caratinga, MG – sergiomgoncalves@uol.com.br

²Engenheiro Agrônomo, MSc e DSc em Agronomia/Fitotecnia – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 372000-000 – Lavras, MG – rubensjg@ufla.br

³Engenheira Agrônoma, MSc, DSc – Departamento de Ciências do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 372000-000 – Lavras, MG – janicegc@ufla.br

⁴Engenheiro Agrônomo, MSc, DSc – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 372000-000 – Lavras, MG – elberis@ufla.br

testando tamanhos diferenciados de tubetes também observaram, de acordo com as características avaliadas, a superioridade dos tubetes de 120 mL em relação aos de 50 mL.

Um substrato comercial à base de casca de pinus é um exemplo de produto que está sendo utilizado para a formação de mudas de eucalipto, pinus, citros, maracujazeiro, olerícolas e também cafeeiro. Possui boas características físicas, mas necessita da complementação de nutrientes por meio da aplicação de solução química (Lopes, 1996). O uso de substratos sem solo mineral surge como uma alternativa para eliminar a necessidade do uso de biocidas, como o brometo de metila (Kämpf, 2002).

A formulação básica do substrato não é suficiente para fornecer nutrientes durante todo o ciclo da muda de cafeeiro produzida em tubete, em função da lixiviação e da condutividade elétrica. Por isso, tem-se utilizado como complemento nutricional fertilizante de liberação controlada (Osmocote), em que os grânulos, constituídos por uma mistura de macro e micronutrientes solúveis, são revestidos por uma resina de material orgânico que controla a liberação dos nutrientes em função da temperatura do substrato, por um período de três a seis meses. Andrade Neto (1998) testou fontes de matéria orgânica em diferentes proporções na produção de mudas de café em tubetes como: o esterco curtido de bovinos, o esterco curtido de galinhas criadas em gaiolas, húmus de minhocas ou vermicomposto, a torta de filtro curtida, a moinha de café curtida (resíduo de café da máquina de beneficiamento). Parte dessas fontes foram enriquecidas com superfosfato simples e cloreto de potássio, complementado com adubações foliares, e parte com osmocote. Foram comparadas com o substrato tradicionalmente utilizado, ou seja, o Plantmax-café + Osmocote. Foram encontrados os seguintes resultados: o Osmocote foi superior ao superfosfato simples mais cloreto de potássio na suplementação do substrato; o esterco de bovinos na dose de 80%, adubado com Osmocote, foi o tratamento que apresentou os maiores valores para as características avaliadas, seguido pelo húmus de minhoca nas doses de 35 a 55%, também adubado com Osmocote. O substrato Plantmax adubado com Osmocote, com ou sem adubações foliares suplementares, foi adequado para a produção de mudas de cafeeiro.

Melo (1999) avaliou o efeito de doses crescentes de Osmocote em mudas de cafeeiro utilizando substrato comercial. Os resultados indicaram que a dose de 450

gramas de Osmocote, formulação 15-10-10 + micronutrientes, em 55 litros de substrato (8,18 Kg de fertilizante por m³ de substrato) promoveu melhor desenvolvimento das mudas. Carvalho et al. (2001), avaliando a eficiência de substratos e doses de osmocote na produção de mudas de cafeeiro concluíram que no caso do Plantmax a dose entre 7,5 e 9,0 Kg de Osmocote por m³ apresentou melhor desempenho.

Malavolta et al. (1997) define o termo nível crítico fisiológico-econômico como a faixa de teores do elemento na folha abaixo da qual a colheita cai e acima da qual a adubação não é mais econômica. O nível crítico tem sido definido como a concentração com a qual a planta terá 10% de redução na sua performance máxima. Entretanto, há situações em que 10% de redução é inaceitável, por causa do valor da cultura em relação ao custo do fertilizante. Nesse caso, o NC pode ser definido como a concentração com a qual a planta apresentará performance muito próxima da máxima (Fontes, 2004). Para Martinez et al. (2004), a maior desvantagem deste método é justamente sua inabilidade de relacionar adequadamente a variação na concentração de nutrientes com base na matéria seca e idade da planta. Para superar essas e outras limitações, propõe-se o uso de faixas de suficiência, as quais melhoram a flexibilidade da diagnose, mas reduzem a precisão. Para o cafeeiro, o método das faixas críticas tem sido o mais empregado.

Este trabalho vem auxiliar viveiristas, produtores e instituições fiscalizadoras como mais uma ferramenta para detectar possíveis anormalidades com relação à condição nutricional das mudas. Além disso, servirá de base para futuros trabalhos realizados com mudas produzidas em tubetes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no viveiro de mudas do Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão do Agronegócio Café (CEPECAFÉ) no período de maio de 2003 a janeiro de 2004. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial simples 6 x 3 com quatro repetições ou blocos, trabalhando-se com seis níveis de adubação do substrato (50, 75, 100, 125, 150 e 200% da dose padrão de Osmocote por m³ de substrato) e efetuando as avaliações em três estádios de desenvolvimento (épocas de amostragem): 3, 4 e 5 pares

de folhas. Utilizou-se, como padrão (100%), a dose de 8,2 Kg/m³ de substrato (Melo, 1999).

O Osmocote empregado contém: 15% de N; 10% de P₂O₅ e 10% de K₂O; 3,5% de Ca; 1,5% de Mg; 3,0% de S; 0,02% de B; 0,05% de Cu; 0,5% de Fe; 0,1% de Mn; 0,004% de Mo e 0,05% de Zn.

O experimento foi composto de 936 mudas, sendo 13 por parcela, das quais 5 foram consideradas úteis para avaliação. Foi utilizado o substrato padrão para a produção de mudas de café em tubetes (Plantmax hortaliças – HT) composto por casca de pinus processada e enriquecida, vermiculita e turfa processada e enriquecida. Os recipientes utilizados foram tubetes de polietileno com capacidade de 120 mL em formato cônico, contendo cinco estrias internas, 3,7 cm de diâmetro interno na abertura superior, 0,8 cm de diâmetro interno na abertura inferior e 14 cm de altura. A cultivar utilizada para esse experimento foi a Acaia Cerrado MG – 1474.

Após o início da emergência das plântulas em leito de areia, o sombrite foi retirado e ao atingirem o estágio de palito de fósforo as mesmas foram transplantadas para os tubetes. Os tubetes foram colocados em uma bancada suspensa a um metro de altura do solo e a cobertura foi feita a dois metros de altura em relação ao solo utilizando-se sombrite de cor preta com passagem de 50% da luz.

O experimento foi avaliado por parcela. A partir de um monitoramento, de acordo com a cronologia das épocas (3^o, 4^o e 5^o pares de folhas), as mudas foram avaliadas quando pelo menos 80% das mesmas atingiram o estágio pré-definido. As características avaliadas foram as seguintes: altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), área foliar (cm²), massa seca de raiz (g), massa seca de caule (g), massa seca das folhas (g), massa seca de parte aérea (g), massa seca total (g). As folhas, após a mensuração da área foliar, foram lavadas e secas a 60°C até peso constante, moídas e mineralizadas para a determinação dos teores dos nutrientes. As determinações analíticas foram feitas conforme Malavolta et al. (1997), sendo o nitrogênio pelo método semimicro-Kjeldahl, fósforo e boro por métodos colorimétricos, enxofre por turbidimetria, potássio por fotometria de chama e emissão e cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco pelo método de espectrofotometria de absorção atômica.

Para a determinação das faixas críticas, onde houve efeito significativo para o fator níveis de adubação e para a interação dos fatores época e níveis de adubação, foram feitas análises de regressão para cada característica

avaliada dentro de cada época de amostragem. O mesmo procedimento foi adotado para os teores foliares de macro e micro nutrientes obtidos com os diferentes níveis de adubação. Efetuou-se a derivação das equações de regressão, estabelecidas para cada característica dentro de cada época de amostragem, em função da dose de osmocote, encontrando-se o ponto de máxima performance. Em seguida, foram encontrados os valores de 90% da máxima performance. Utilizando-se a fórmula resolutive de Bhaskara, foram identificadas as faixas dos níveis de adubação do substrato que proporcionaram acima de 90% da performance máxima das mudas.

Para a determinação das faixas críticas de macronutrientes, consideraram-se as características que apresentaram efeito significativo no fator dose e/ou na interação dos fatores dose x época, efetuando-se os desdobramentos pertinentes e obtendo-se as equações de regressão.

Para a utilização da fórmula resolutive de Bhaskara, obrigatoriamente, utilizou-se as equações que obtiveram ajustes quadráticos. As características utilizadas para a fixação das faixas críticas foram: altura, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de parte aérea, massa seca de caule e relação MSPA/MSR.

Quando o ponto máximo das equações de regressão obtidas situou-se fora do intervalo de doses de osmocote estudado (50 a 200% da dose padrão), optou-se por utilizar os valores de X correspondentes a esse limite como padrão superior para obtenção das faixas críticas de nutrientes. As doses de osmocote correspondentes a 90% da performance máxima foram substituídas nas equações de regressão dos teores foliares dos nutrientes em cada época de amostragem, para que, finalmente as faixas críticas de nutrientes fossem estabelecidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela 1) houve efeito significativo da interação dose x época a 1 ou 5% de probabilidade para as características: altura, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz, relação massa seca de raiz/massa seca de parte aérea, área foliar, massa seca de caule, massa seca de folhas e relação massa seca de parte aérea/massa seca de raiz. O diâmetro de caule variou significativamente apenas com a época de amostragem a 1% de probabilidade e a massa seca total com dose e época independentemente a 1% de probabilidade. O desdobramento do fator dose dentro de cada época de

amostragem (Tabela 2), na época 1 (3 pares de folhas) mostrou efeito significativo dos níveis de adubação a 5% pelo teste F, para a característica massa seca de folhas e a 1% para as características relação massa seca de parte aérea/massa seca de raiz, relação massa seca de raiz/massa seca de parte aérea e área foliar e, na época 2 (4 pares de folhas) apresentou efeito significativo a 1% pelo teste F para as características: altura, massa seca de folhas, massa seca de parte aérea, relação MSPA/MSR, relação MSR/MSPA e área foliar, e a 5% pelo teste F para a característica massa seca de raiz e massa seca total. Já na época 3 (5 pares de folhas) houve efeito significativo para todas as características estudadas com exceção à característica massa seca de raiz que não apresentou efeito significativo. A época 2 foi considerada como padrão de coleta porque, é justamente a partir desse estágio, é feito o plantio no campo e foi possível observar que na época 1 não houve

efeito significativo dos níveis de adubação para a maioria das características avaliadas.

Para os teores foliares (Tabelas 3 e 4) houve efeito significativo da interação entre os fatores níveis de adubação e épocas de amostragem para quase todos os nutrientes, ou seja, existe dependência entre os fatores, mostrando que os efeitos dos níveis de adubação dependem da época de amostragem, portanto, a resposta dos níveis de adubação é diferenciada para cada época de amostragem. Somente para o nitrogênio não houve efeito da interação; tendo efeito significativo, no entanto, para o fator níveis de adubação, mostrando que existe pelo menos uma diferença nos valores dos teores de nutrientes quando alteram-se os níveis de adubação. Houve efeito significativo do fator época em quase todos os nutrientes avaliados, ou seja, existe pelo menos uma diferença dos teores foliares dos nutrientes quando se altera o estágio de desenvolvimento.

Tabela 1 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para altura, diâmetro, massa seca de caule, massa seca de folhas, massa seca de parte aérea, massa seca de sistema radicular, massa seca total, MSPA/MSR, MSR/MSPA e área foliar na produção de mudas de café em tubetes em diferentes níveis de adubação do substrato e épocas de amostragem.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios									
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSC (g)	MSF (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	MPA/MSR	MSR/MSPA	Área foliar (cm ²)
Dose (D)	5	4,2196**	0,0163	0,0494**	1,7007**	2,2965**	0,3104**	0,9279**	5,0860**	0,0501**	4601,9336**
Época (E)	2	495,2968**	5,5800**	12,8504**	43,7649**	103,8410**	11,7067**	185,1929**	0,7127**	0,0098**	71848,0482**
D x E	10	1,9670**	0,0283	0,0298*	0,1592*	0,3072**	0,1027**	0,1889	0,1380*	0,0024**	323,6263**
Blocos	3	2,8196**	0,0422	0,0610**	0,2910**	0,5950**	0,0237**	0,8484*	0,0825	0,0002	316,0030*
Erro	51	0,3843	0,0211	0,0128	0,0611	0,1026	0,0221	0,1684	0,0677	0,0006	121,8077
C.V (%)		3,97	4,95	9,25	7,63	7,18	11,07	7,07	7,5	8,31	7,27
Média Geral		15,63	2,94	1,22	3,24	4,46	1,34	5,80	3,47	0,30	151,76

Tabela 2 – Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adubação do substrato dentro de cada época de amostragem, na produção de mudas de café em tubete.

Fontes de Variação	G.L.	Épocas	Quadrados médios								
			Altura (cm)	MSC (g)	MSF (g)	MSPA(g)	MSR (g)	MST (g)	PA/R	R/PA	Área foliar (cm ²)
Dose	5	1	0,3932	0,0014	0,1776*	0,1713	0,1927	0,1056	1,4760**	0,0102**	532,5005**
Dose	5	2	2,7880**	0,0242	0,4962**	0,6619**	0,0730*	0,4228*	1,4924**	0,0133**	1837,8888**
Dose	5	3	4,9724**	0,0833**	1,3453**	2,0778**	0,4235	0,7773**	2,3934**	0,0314**	2878,7970**
Resíduo	51		0,3843	0,0128	0,0611	0,1026	0,0220	0,1684	0,0677	0,0006	121,8077

* significativo a 5% pelo teste F

** significativo a 1% pelo teste F

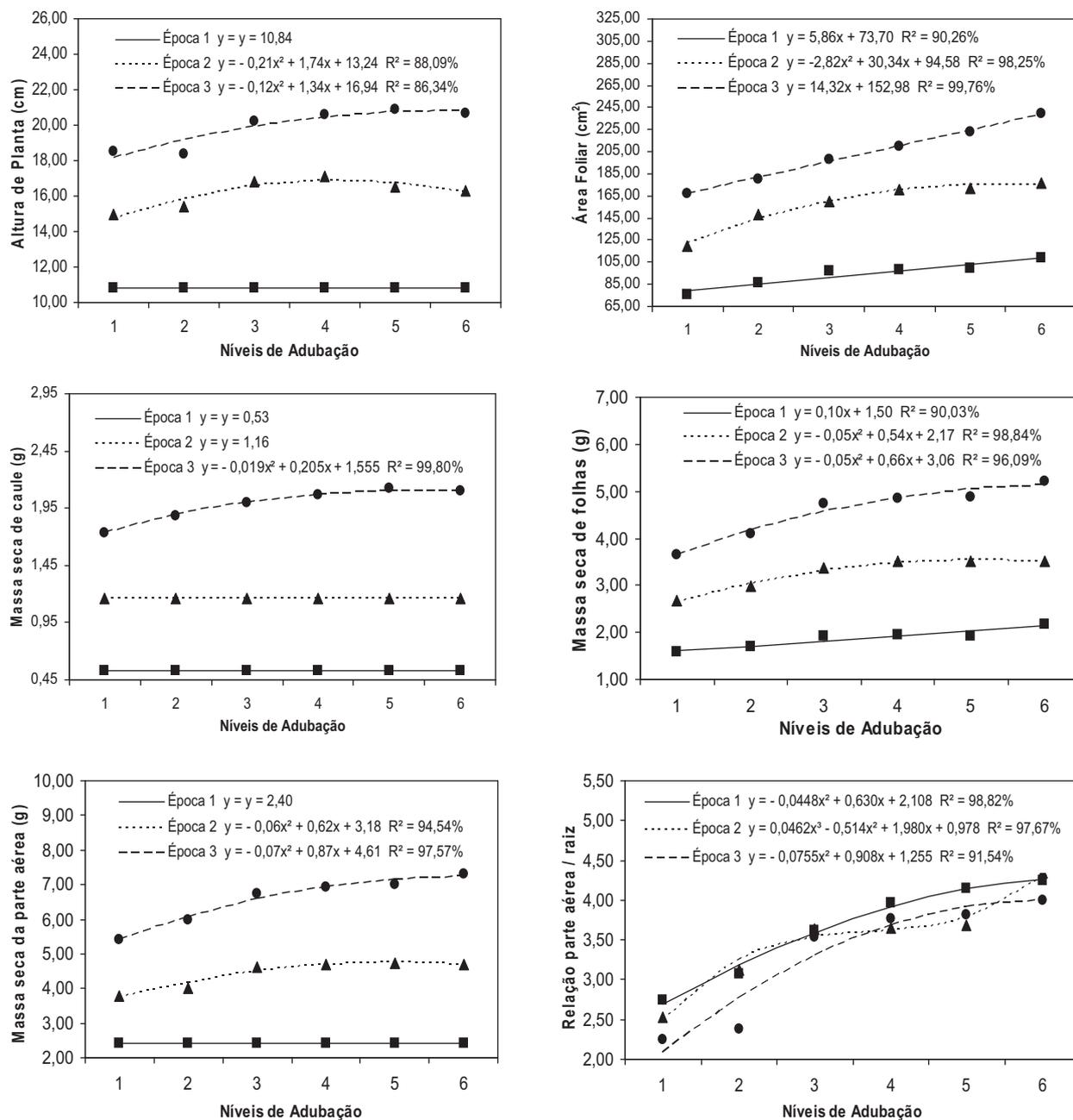


Figura 1 – Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação das características: MSC, altura, MSPA, MSPA/MSR, área foliar e MSF de mudas de café produzidas em tubetes em diferentes níveis de adubação do substrato avaliadas em três estádios de desenvolvimento.

Em todas as características utilizadas para a obtenção das faixas críticas, as doses referentes aos níveis superiores, encontrados matematicamente ultrapassaram o limite de estudo, por isso fixou-se a dose de 200% (6,00) como o nível superior. O nível inferior

escolhido foi o da característica massa seca de parte aérea: 99,33% (2,98). Com isso, para a determinação das faixas críticas (Tabela 5) substituíram-se os mesmos níveis de adubação em todas as equações de regressão dos nutrientes.

Tabela 3 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais dos teores de macronutrientes em mudas de cafeeiro produzidas em tubete nos diferentes níveis de adubação do substrato nas três épocas de amostragem.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Nitrogênio (dag/kg)	Fósforo (dag/Kg)	Potássio (dag/Kg)	Cálcio (dag/Kg)	Magnésio (dag/Kg)	Enxofre (dag/Kg)
Dose (D)	5	1,3868**	0,0008860**	0,007941	0,005442	0,000106**	0,005667**
Época (E)	2	3,9972**	0,007925**	1,9386**	0,4010**	0,01325**	0,000710**
D x E	10	0,1536	0,001681**	0,07102**	0,009554**	0,000122**	0,001057**
Blocos	3	0,3706*	0,0005760*	0,02249	0,005505	0,000064	0,000232
Erro	51	0,1174	0,001660	0,02645	0,00269	0,000029	0,000142
C.V (%)		14,22	5,11	6,41	7,63	5,05	6,44
Média Geral		2,41	0,25	2,54	0,68	0,10	0,18

Tabela 4 – Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adubação do substrato dentro de cada época de amostragem para os teores de macronutrientes, na produção de mudas de cafeeiro em tubete.

Fontes de Variação	G.L.	Épocas	Quadrados médios					
			Nitrogênio (dag/kg)	Fósforo (dag/Kg)	Potássio (dag/Kg)	Cálcio (dag/Kg)	Magnésio (dag/Kg)	Enxofre (dag/Kg)
Dose	2	1	0,9016**	0,000719**	0,015	0,005705	0,000110**	0,002339**
Dose	2	2	0,2854*	0,002494**	0,07758*	0,009432**	0,000169**	0,004752**
Dose	2	3	0,4709**	0,001036**	0,05739	0,009414**	0,000077*	0,000691**
Erro	51		0,1174	0,000166	0,02646	0,002691	0,000029	0,000142

** significativo a 1% pelo teste F
 * significativo a 5% pelo teste F

Tabela 5 – Faixas críticas de teores obtidas para os macronutrientes.

Nutriente	Faixa (dag/Kg)
Nitrogênio	2,26 a 2,62
Fósforo	0,22 a 0,25
Potássio	2,59 a 2,92
Cálcio	0,69 a 0,76
Magnésio	0,11 a 0,12
Enxofre	0,15 a 0,24

Em todas as características utilizadas para a obtenção das faixas críticas, as doses referentes aos níveis superiores, encontrados matematicamente ultrapassaram o limite de estudo, por isso fixou-se a dose de 200% (6,00) como o nível superior. O nível inferior escolhido foi o da característica massa seca de parte aérea: 99,33% (2,98). Com isso, para a determinação das faixas críticas (Tabela 5) substituíram-se os mesmos níveis de adubação em todas as equações de regressão dos nutrientes.

Para o nitrogênio, Pozza et al. (2001) trabalhando com a dose de 10 Kg de Osmocote (15-10-10) por m³ de substrato comercial para mudas de café em tubete obteve teor médio de 3,52 dag/Kg. Campos (2002), trabalhando com a dose padrão de Osmocote em substrato comercial para mudas de café em tubete, obteve teor médio de 2,88 dag/Kg. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização de mudas de café produzidas em sacolas, obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 3,99 e 2,63 dag/Kg. Com teor médio semelhante aos trabalhos citados e ao trabalho em estudo, Vallone (2003), testando composição de substratos e doses de polímero hidroretentor em mudas de café produzidas em tubetes, obteve no tratamento com substrato comercial (Plantmax HT) sem polímero, com a dose padrão de Osmocote (8,2 Kg/m³ de substrato), teor médio de 2,63 dag/Kg.

Para o fósforo, Vallone (2003) em trabalho citado anteriormente obteve teor médio de 0,40 dag/Kg. Pozza et al. (2001), semelhante ao trabalho em estudo, obtiveram teor médio de 0,24 dag/Kg. Campos (2002), trabalhando com a dose padrão de Osmocote em substrato comercial para mudas de café em tubete, obteve teor médio de 0,29 dag/Kg. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização de mudas de café produzidas em sacolas obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 0,26 e 0,36 dag/Kg.

Campos (2002) e Vallone (2003), trabalhando com a dose padrão de Osmocote em substrato comercial para mudas de café em tubete, obtiveram, respectivamente, teores médios de 1,66 e 1,76 dag/Kg para o potássio. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização

de mudas de café produzidas em sacolas, obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 2,65 e 2,83 dag/Kg.

Para o cálcio, Pozza et al. (2001) e Campos (2002), citados anteriormente, obtiveram, respectivamente teores médios de 0,95 e 0,85 dag/Kg. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização de mudas de café produzidas em sacolas, obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 0,87 e 0,69 dag/Kg. Para o cálcio, observou-se que o maior nível de adubação foi responsável pelo menor teor na folha; isso pode estar relacionado com o efeito de inibição competitiva que o potássio, em grandes concentrações exerce sobre o cálcio, já que, nessa situação, o nível 6 de adubação (200% da dose padrão) proporcionou um maior desbalanço entre os dois nutrientes, haja vista, a proporção dos dois elementos na formulação do Osmocote (10% de K e 3,5% de Ca).

Para o magnésio, resultados diferentes foram encontrados por Pozza et al. (2001) e Campos (2002): respectivamente, teores médios de 0,46 e 0,21 dag/Kg, porém, Pozza et al. (2001) trabalharam com a dose de 10 Kg de Osmocote por m³ de substrato e Campos (2002) trabalhou com a dose padrão. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização de mudas de café produzidas em sacolas, obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 0,13 e 0,10 dag/Kg. Apesar da estreita faixa dos teores de magnésio, observou-se o maior nível de adubação, resultando o menor teor foliar. Semelhantemente ao cálcio, o magnésio sofre inibição competitiva em condições de altas concentrações de potássio.

Para o enxofre, em resultado semelhante, Campos (2002) e Vallone (2003) obtiveram teores médios de, respectivamente, 0,21 e 0,23 dag/Kg trabalhando com a dose padrão. Já, Pozza et al. (2001), trabalhando com a dose de 10 Kg de osmocote (15-10-10) por m³ de substrato comercial, obteve teor médio de 0,12 dag/Kg. Guimarães (1994) e Gontijo (2004), estudando fertilização de mudas de café produzidas em sacolas, obtiveram os seguintes teores médios, respectivamente: 0,13 e 0,26 dag/Kg.

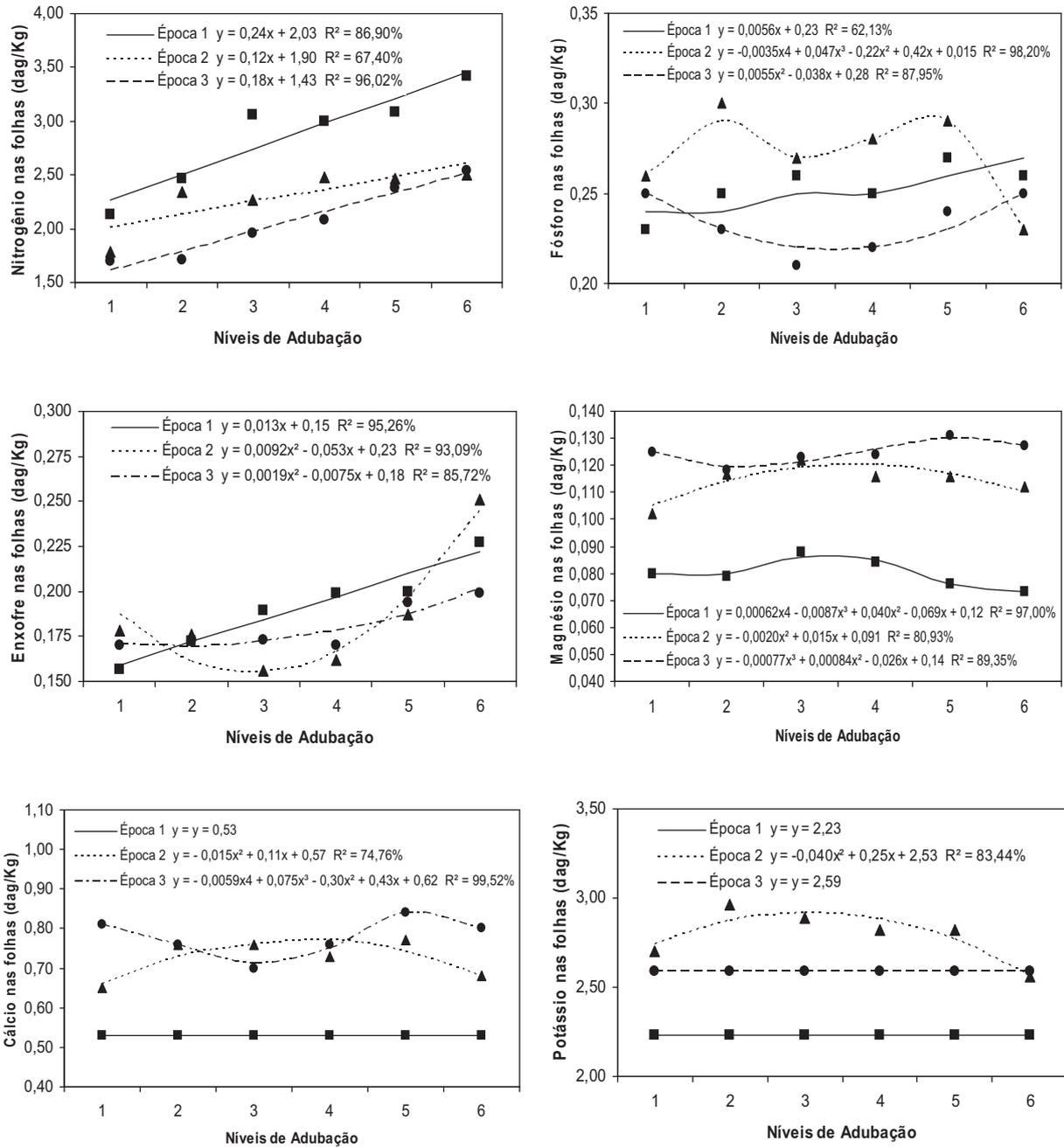


Figura 2 – Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores foliares de nitrogênio, cálcio, enxofre, fósforo, potássio e magnésio (dag/Kg) de mudas de cafeeiro produzidas em tubete em diferentes níveis de adubação do substrato avaliadas em três estádios de desenvolvimento.

CONCLUSÕES

A melhor época de coleta de folhas para análise do teor de nutrientes em mudas de cafeeiro produzidas em tubetes é o estágio de 4 pares de folhas verdadeiras.

As faixas críticas de teores obtidas para macronutrientes são as seguintes: nitrogênio (2,26 a 2,62 dag/Kg); fósforo (0,22 a 0,25 dag/Kg); potássio (2,59 a 2,92 dag/Kg); cálcio (0,69 a 0,76 dag/Kg); magnésio (0,11 a 0,12 dag/Kg); enxofre (0,15 a 0,24 dag/Kg).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C.; AMARAL, J. F. T.; SARAIVA, S. H.; JESUS JUNIOR, W. C. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagador por estacas em tubetes. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 31, n. 6, p. 1624-1629, nov./dez., 2007.
- ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1998. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- CAMPOS, K.P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- CARVALHO, G.M.B.; MELO, B. de; REIS, E.H.S. Produção de mudas de café em diferentes substratos e doses crescentes de fertilizantes de liberação lenta (osmocote) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27., 2001, Uberaba, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ. 2001. p.107-109.
- CUNHA, R.L. da; SOUZA, C.A.S.; ANDRADE NETO, A. de; MELO, B.; CORRÊA, J.F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.7-12, jan./fev. 2002.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 122p.
- GONTIJO, R.A.N. **Faixas críticas de teores foliares de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- GUIMARÃES, P.T.G.; ANDRADE NETO, A. de; BELLINI JUNIOR, O.; ADÃO, W.A.; SILVA, E.M. da. Produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.193, p.98-108, 1998.
- 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. 113p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- KAMPF, A.N. O uso de substrato em ambiente protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70).
- LOPES, P.S.N. **Propagação sexuada do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *favicarpa* Deg) em tubetes: efeito da adubação nitrogenada e substratos**. 1996. 52p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B. de; ALVAREZ, V.H.; MENEZES, J.F.S.; NEVES, Y.P.; OLIVEIRA, J.A. de; ALVARENGA, A.P.; GUIMARÃES, P.T.G. **Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 60p. (Boletim técnico, 72).
- MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 65p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- POZZA, A.A.A.; GUIMARÃES, P.T.G.; ROMANIELLO, M.M.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; SILVA, E.B. Produção, nutrição e sanidade de mudas de cafeeiro em tubetes com diferentes substratos e adubações. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa-CAFÉ, 2001. CD-ROM.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; SOUZA, R. F. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cescorporiose em mudas de café formadas em tubetes. **Revista Ciência e**

Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, maio/jun., 2007.

VALLONE, H.S. **Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações**. 2003. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.