



Revista Ceres

ISSN: 0034-737X

ceresonline@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Teixeira do Amaral, José Francisco; Prieto Martinez, Herminia Emilia; Galveas Laviola, Bruno;

Fernandes Filho, Elpidio Inácio; Damião Cruz, Cosme

Eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em cultivares de cafeiro

Revista Ceres, vol. 57, núm. 2, marzo-abril, 2010, pp. 253-262

Universidade Federal de Viçosa

Vicosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226760018>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# **Eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes em cultivares de cafeeiro<sup>1</sup>**

*José Francisco Teixeira do Amaral<sup>2</sup>, Herminia Emilia Prieto Martinez<sup>3</sup>, Bruno Galveas Laviola<sup>4</sup>,  
Elpidio Inácio Fernandes Filho<sup>5</sup>, Cosme Damião Cruz<sup>6</sup>*

## **RESUMO**

Considerando a baixa produtividade das plantas em solos de menor fertilidade natural e o alto custo dos insumos agrícolas, torna-se necessária a seleção de cultivares mais eficientes na absorção e utilização dos nutrientes minerais. Foram avaliados quatro cultivares de cafeeiro arábica (Acaíá IAC 474 19, Icatu Amarelo IAC 3282, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 99) quanto à eficiência na produção de frutos e alocação relativa de nutrientes. O experimento foi conduzido em Viçosa – MG, em condições de campo, no delineamento experimental em blocos ao acaso, envolvendo quatro cultivares, quatro repetições e três níveis de adubação (baixo, normal e alto). As parcelas úteis constituíram-se de nove plantas espaçadas de 2 x 1 m. O cultivar Icatu Amarelo IAC 3282 foi o mais produtivo no ambiente com restrição de nutrientes, enquanto Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 99 mostraram-se mais produtivos em ambientes com alto suprimento de nutrientes. A eficiência de produção de café em coco por unidade de P, Ca, Mg e B acumulados na planta foi maior no nível alto de adubação. Os cultivares Rubi MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC 99 apresentaram maior eficiência de utilização de nutrientes para produção de frutos no nível alto de adubação. Considerando a média de alocação relativa de nutrientes nos frutos para os quatro cultivares, no nível normal de adubação, verificou-se que eles possuem 38,1% do N, 46,34% do P, 40,19% do S, 42,68% do K, 13,19% do Ca, 25,04% do Mg, 40,63% do Cu, 19,49% do Zn e 17,73% do B.

**Palavras - Chave:** *Coffea arabica* L., nutrição mineral, eficiência nutricional.

## **ABSTRACT**

### **Bean production efficiency and relative allocation of nutrients of four coffee varieties**

Considering the low productivity of plants in soil of lower natural fertility and the high cost of fertilizers, the selection of cultivars more efficient in the absorption and use of mineral nutrients is a necessity. Four coffee varieties were evaluated for mineral nutrient use efficiency in the production of beans, as well as the relative allocation of these nutrients in reproductive organs. The experiment was carried-out in field conditions in an experimental area of the Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. The treatments were distributed in randomized blocks design, in a factorial arrangement (4 x 3) x 4, consisting of four coffee varieties (Acaíá IAC-474-19, Icatu Amarelo IAC-3282, Rubi MG-1192 and Catuaí Vermelho IAC-99), three fertilization levels (lower, adequate and high), with four replications. The plot useful area consisted of nine plants with spacing of 2 x 1 m. The variety Icatu Amarelo IAC-3282 was the most productive in the condition of low nutrient input, while Rubi MG-1192 and Catuaí Vermelho IAC-99 were more productive with high

*Recebido para publicação em julho de 2008 e aprovado em fevereiro de 2010*

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa – UFV. Trabalho financiado pelo CNP&D-Café.

<sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Alto Universitário, s/n, Cx. P. 16, 29500-000, Alegre, ES, Brasil. jfamaral@cca.ufes.br.

<sup>3</sup> Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa/UFV, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. herminia@ufv.br.

<sup>4</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Embrapa Agroenergia, Parque Estação Biológica - PqEB s/n, CEP 70770-901, Brasília, D , Brasil. bruno.laviola@embrapa.br.

<sup>5</sup> Engenheiro- Agrônomo, Doutor. Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa/UFV, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. elpidio@ufv.br.

<sup>6</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa/UFV, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. edcruz@ufv.br.

nutrient input. The production of dry coffee per unit of P, Ca, Mg and B accumulated in the plant was larger at the high fertilization level. The varieties Rubi MG-1192 and Catuaí Vermelho IAC-99 showed greater efficiency of nutrient use for production of beans at the high level of fertilization. Considering the mean of relative allocation of nutrients in the beans, of the four varieties, at the usual level of fertilization, it was found that they have 38.1% of N, 46.3% of P, 40.2% of S, 42.7% of K, 13.2% of the Ca, 25.0% of Mg, 40.6% of the Cu, 19.5% of Zn and 17.7% of B.

**Key words:** *Coffea arabica* L., mineral nutrition, nutritional efficiency.

## INTRODUÇÃO

A seleção de material genético que melhor se adapte à condição de fertilidade do solo mais baixa tem sido uma preocupação constante, sendo desejáveis as espécies com maior capacidade de absorver e utilizar os nutrientes (Morais *et al.*, 1990). Do ponto de vista nutricional, uma espécie/genótipo superior é aquela capaz de se desenvolver e ter boa produção em condições desfavoráveis de fertilidade do solo, tendo habilidade em absorver os nutrientes necessários, em menor quantidade, e, ou, distribuí-los de maneira mais eficiente nos diversos componentes da planta, sem comprometer a produtividade (Furlani *et al.*, 1984).

Com base na capacidade de produzir matéria seca por unidade de nutriente, as plantas podem ser chamadas nutricionalmente de “eficientes” ou “ineficientes” (Vose, 1987). A eficiência nutricional em plantas pode estar relacionada à eficiência de absorção, translocação e utilização de nutrientes. A eficiência de absorção está relacionada à taxa de absorção de nutrientes por unidade de comprimento ou de massa de raiz e pode ser avaliada em estudos de cinética de absorção de nutrientes (Baligar e Fageria, 1998).

Devido ao fato de a cada ano serem lançadas no mercado novas variedades de cafeeiros com maior capacidade produtiva, e das lavouras cafeeiras se expandirem para novas fronteiras agrícolas, com solos de fertilidade variável, torna-se necessário compreender melhor as eficiências de absorção, translocação e redistribuição dos nutrientes nos diferentes cultivares de café (Laviola *et al.*, 2007). Embora existam muitas pesquisas com nutrição mineral em cafeiro, pouco se sabe sobre as diferenças entre cultivares no uso e na alocação de nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi estudar a eficiência dos cultivares de cafeiro na produção de frutos e sua alocação relativa de nutrientes em diferentes órgãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma Área Experimental do Departamento de Fitotecnia, pertencente à Universi-

sidade Federal de Viçosa, sendo instalado em outubro de 1998. Foram utilizados quatro cultivares de cafeiro arábica: Acaíá IAC 474 19, Icatu Amarelo IAC 3282, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 99.

O solo onde foi conduzido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, e suas características químicas são apresentadas na Tabela 1.

O experimento constituiu-se de três níveis de adubação e correção da acidez do solo: baixo, normal (recomendado para a cultura) e alto. O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados, e os tratamentos foram distribuídos num arranjo fatorial 4 x 3, sendo quatro cultivares e três níveis de adubação, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Cada parcela foi constituída de 25 plantas, espaçadas de 2 x 1 m, dispostas em cinco fileiras, ocupando uma área de 50 m<sup>2</sup>. Considerou-se como parcela útil as nove plantas dispostas no centro das três fileiras centrais da parcela.

As plantas que receberam o nível normal de adubação N, P e K tiveram como base a marcha de acúmulo, considerando-se a média de nutrientes acumulados para os cultivares Mundo Novo e Catuaí, conforme Malavolta (1993). O Ca e Mg foram fornecidos via calcário dolomítico, segundo a análise de solo, considerando-se 60% de saturação por bases como ideal para o cafeiro (Guimarães *et al.*, 1999). O enxofre foi fornecido como elemento acompanhante de fertilizantes nitrogenados e fosfatados.

A aplicação de corretivos e fertilizantes para o nível normal constou do seguinte: a) plantio: 20 g/cova de calcário dolomítico e 48 g/cova de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; b) pós-plantio: 8 g/cova de N em três aplicações e 20 g/cova de K<sub>2</sub>O em duas aplicações, em intervalos de 30 dias; c) correção da acidez do solo: foi realizada anualmente, mediante aplicação manual de calcário dolomítico na faixa de plantio, considerando-se uma profundidade de incorporação de 5 cm; d) adubação de primeiro, segundo e terceiro anos: foram realizadas via fertirrigação, considerando-se uma eficiência de recuperação de 90% para o N, 80% para o K e 70% para o P. Os nutrientes N, P e K foram aplicados no solo localizadamente pela utilização de fertirrigação por gotejamento, com o suporte do software SISDA<sub>café</sub> (Mantovani & Costa, 1998), o

**Tabela 1** - Características químicas do solo da área experimental

pH em H <sub>2</sub> O	P	K	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	H + Al	CTC efetiva	CTC total	V	m
	mg/dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								%
5,6	17,6	92	8	1,94	0,72	0	2,94	2,69	2,94	5,63	52,2	0

SB = Soma de bases;

V (%) = porcentagem de saturação por bases;

m (%) = porcentagem de saturação por alumínio;

Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; P e K extraídos com extrator biácido (HCl 5 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 mol L<sup>-1</sup>);pH em H<sub>2</sub>O relação 1:2,5.

qual também define a lâmina a ser aplicada segundo informações meteorológicas diárias fornecidas pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O N foi fornecido pela aplicação alternada de sulfato de amônio, ureia e nitrato de amônio; o P pela aplicação de MAP (fosfato monoamônio); e o K foi adicionado por meio do cloreto de potássio. Um quarto da exigência anual de nutrientes calculada foi aplicado no período de abril a agosto, e os ¾ restantes de setembro a março e; e) micronutrientes: Zn, B e Cu foram supridos por meio de uma aplicação foliar anual, utilizando-se sulfato de zinco, ácido bórico e oxicloreto de cobre na concentração de 4 g/L para o nível normal.

Nos níveis baixo e alto, as plantas receberam, respectivamente, 0,4 e 1,4 vezes a recomendação feita para o nível normal.

As avaliações foram iniciadas no mês de maio de 2001, coincidindo com a colheita dos frutos. Para a avaliação da produtividade foram consideradas as nove plantas da parcela útil, enquanto para o estudo das eficiências nutricionais foi cortada uma planta em cada parcela experimental, cuja parte aérea foi fracionada em caule, ramos, folhas e frutos. A contribuição das raízes foi estimada com base em amostragens.

As amostras da parte aérea foram identificadas, lavadas com água deionizada, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C, até massa constante, conforme descrito por Jones Junior *et al.* (1991). A seguir, amostras do material vegetal seco foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 0,841 mm para a efetivação das análises minerais.

Para estimar o comprimento e o peso de matéria seca de raízes, foram retiradas com trado cilíndrico de 4,5 cm de diâmetro 12 amostras de uma planta em cada parcela. Essas amostras foram tomadas à 15, 30 e 45 cm do tronco, no sentido dos quatro pontos cardinais, até 40 cm de profundidade. As amostras foram lavadas para separar as raízes do solo, identificadas e dispostas em lâmina de vidro para processamento das imagens em um microcomputador ligado a um scanner HP Scanjet 4C. As imagens obtidas foram processadas pelo software *QUANTROOT*, elaborado pelo Departamento de Solos da Universidade Federal

de Viçosa, especialmente desenvolvido para determinação do comprimento de raízes. Depois de determinado o comprimento de raízes, os resultados foram extrapolados para o volume de solo ocupado pelas raízes da planta (1,25664 m<sup>3</sup>), ou seja, o volume de um cilindro com raio de 1 m e altura de 0,40 m.

Após o processamento das imagens, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até peso constante, para determinação do peso de matéria seca de raízes. Esse peso foi também extrapolado para o volume de solo ocupado pelo sistema radicular da planta. Foram, então, separadas amostras desse material para determinação dos teores e conteúdos dos nutrientes.

Foram determinados os teores dos macro e dos micronutrientes Cu, Zn e B nos órgãos da planta. Para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu e Zn, o material vegetal, seco e moído, foi submetido à digestão sulfúrica (Jackson, 1958) e à nitroperclórica (Johnson e Ulrich, 1959), bem como à extração com água, em banharia a 45 °C, durante 1 h, para análise do nitrato.

As amostras oriundas da digestão sulfúrica foram utilizadas para as determinações dos teores de N amoniacal, enquanto que as processadas pela digestão nitroperclórica foram usadas para as determinações dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu e Zn.

O N amoniacal, o nitrato e o fósforo foram determinados por colorimetria, segundo os métodos descritos por Cataldo *et al.* (1975), Jackson (1958) e Braga e Defelipo (1974). O K foi dosado por fotometria de chama, enquanto o Ca, Mg, Cu e Zn foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por turbidimetria do sulfato (Jackson, 1958). O teor de B foi obtido por colorimetria pelo método da Azometina-H, após digestão das amostras por via seca (calcinação em mufla a 550 °C - Bingham, 1982).

O conteúdo de macro e micronutrientes foi obtido pela multiplicação do teor do nutriente (g/kg e mg/kg) pela massa da matéria seca (em g) em cada parte da planta, obtendo-se os resultados respectivamente em mg e µg por planta.

Os índices de eficiência nutricional foram obtidos a partir de relações entre produção de matéria seca e con-

teúdos de nutrientes em cada parte da planta, conforme as relações apresentadas a seguir:

Eficiência de utilização de nutrientes para produção de frutos (EUFR):

$$\text{EUFR} = \frac{(\text{Matéria seca de frutos})^2}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}}, \text{em g}^2/\text{mg}$$

e g<sup>2</sup>/μg para macro e micronutrientes, respectivamente.

Alocação relativa de nutrientes no caule (ANC):

$$\text{ANC} = \frac{\text{Conteúdo de nutriente no caule}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100, \text{ em \%}$$

para macro e micronutrientes.

Alocação relativa de nutrientes nos ramos (ANR):

$$\text{ANR} = \frac{\text{Conteúdo de nutriente nos ramos}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100, \text{ em \%}$$

para macro e micronutrientes.

Alocação relativa de nutrientes nas folhas (ANF):

$$\text{ANF} = \frac{\text{Conteúdo de nutriente nas folhas}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100, \text{ em \%}$$

para macro e micronutrientes.

Alocação relativa de nutrientes nos frutos (ANFR):

$$\text{ANFR} = \frac{\text{Conteúdo de nutriente no fruto}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100, \text{ em \%}$$

para macro e micronutrientes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a média de produtividade (Tabela 2), observa-se que essa foi maior no nível alto de adubação. Os cultivares Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 99 apresentaram produtividade mais elevada nos níveis de adubação normal e alto, enquanto o Acaíá IAC 474 19 foi o que teve a menor produtividade nos três ambientes. O cultivar Icatu Amarelo IAC 3282 foi o mais produtivo no nível baixo de adubação, tendo sua produtividade decrescido com o

aumento das doses de nutrientes no solo. Pode-se sugerir que o Icatu Amarelo IAC 3282 seja um cultivar com menor exigência nutricional, apresentando, ainda, maior eficiência de utilização de nutrientes em condições de baixo nível de adubação, em comparação com os demais.

Ensaio regional de linhagens comerciais de cultivares de cafeeiros arábica instalado em Belizário, distrito de Muriaé-MG, evidenciou produtividade de 23,73; 23,73; e 23,47 sacas/ha de café beneficiado para os cultivares Icatu Amarelo IAC-3282, Catuaí Vermelho IAC-99 e Rubi MG-1192, respectivamente (Moura *et al.*, 2000). Comparando esses resultados com os obtidos neste trabalho, há uma indicação de que esses três cultivares comportaram-se melhor em Viçosa, onde suas produtividades foram 23,9; 38,8; e 40,1 sacas/ha de café beneficiado, respectivamente, embora o espaçamento utilizado nos dois locais fosse diferente.

No nível mais baixo de adubação, que corresponde a uma redução de 60% no fornecimento de adubos em relação ao recomendado para a cultura (normal), os cultivares Icatu Amarelo IAC-3282 e Acaíá IAC-474-19 produziram, respectivamente, 30,2 e 12,4 sacas/ha de café beneficiado. Entretanto, no nível normal de adubação os cultivares Rubi MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC-99 tiveram as melhores produções, sem diferir do cultivar Icatu Amarelo IAC-3282, porém superiores ao Acaíá IAC-474-19. Aplicando-se 1,4 vezes a dose de adubo recomendada (nível alto), os cultivares Rubi MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC-99 destacaram-se, diferindo estatisticamente dos cultivares Acaíá IAC-474-19 e Icatu Amarelo IAC-3282. Dessa forma, pode-se dizer que os cultivares Rubi MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC-99, além de produtivos, apresentaram boas respostas à adubação. Esses cultivares aumentaram a produção em 60 e 51% do nível baixo para o normal e em 21 e 29% desse para o alto, respectivamente. O Acaíá IAC-474-19 foi menos produtivo e alcançou incrementos na produção de 47,5% do nível baixo para o normal e de 41% desse para o alto. A produtividade do Icatu Amarelo IAC-3282 teve redução de aproximadamente 20% do nível baixo para o normal, e desse para o nível alto praticamente não variou. Nesse contexto, pode-se inferir

**Tabela 2** - Produtividade de quatro cultivares de café arábica, com três anos de idade, submetidos a três níveis de adubação

Cultivar	Nível de adubação			Média sacas/ha de café beneficiado
	Baixo	Normal	Alto	
Acaíá IAC-474-19	12,4 <sup>B</sup>	18,3 <sup>B</sup>	25,8 <sup>B</sup>	18,8 <sup>B</sup>
Icatu Amarelo IAC-3282	30,2 <sup>A</sup>	25,2 <sup>AB</sup>	23,9 <sup>B</sup>	26,5 <sup>A</sup>
Rubi MG-1192	20,7 <sup>AB</sup>	33,2 <sup>A</sup>	40,1 <sup>A</sup>	31,3 <sup>A</sup>
Catuaí Vermelho IAC-99	19,9 <sup>AB</sup>	30,1 <sup>A</sup>	38,8 <sup>A</sup>	29,6 <sup>A</sup>
Média	20,8 <sup>c</sup>	26,7 <sup>b</sup>	32,2 <sup>a</sup>	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

que o cultivar Icatu Amarelo IAC-3282 destacou-se, sendo mais produtivo que os demais, quando submetido a baixos níveis de adubação. Os cultivares Rubi MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC-99 foram os mais produtivos nos níveis normal e alto de adubação e responderam ao incre-

mento de adubação, enquanto o cultivar Acaíá IAC-474-19, embora responda bem à adubação, apresentou menores produções quando comparados com os demais.

Quanto à eficiência de utilização de nutrientes para produção de frutos (Tabela 3) percebem-se diferenças

**Tabela 3** - Eficiência de utilização de nutrientes para produção de frutos<sup>1</sup> de quatro cultivares de café arábica, submetidos a três níveis de adubação

Nutriente	Cultivar	Nível de Adubação			Média	CV (%)
		Baixo	Normal	Alto		
N	Acaíá IAC-474-19	13,7325 <sup>A</sup>	7,9625 <sup>B</sup>	13,2375 <sup>BC</sup>	11,6442 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	20,2275 <sup>A</sup>	18,0875 <sup>AB</sup>	10,5000 <sup>C</sup>	16,2717 <sup>A</sup>	47,34
	Rubi MG-1192	13,5975 <sup>A</sup>	22,7400 <sup>A</sup>	25,2250 <sup>AB</sup>	20,5208 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	19,3850 <sup>A</sup>	18,2400 <sup>AB</sup>	27,8750 <sup>A</sup>	21,8333 <sup>A</sup>	
	Média	16,7356 <sup>a</sup>	16,7575 <sup>a</sup>	19,2094 <sup>a</sup>		
P	Acaíá IAC-474-19	148,8525 <sup>A</sup>	128,4225 <sup>B</sup>	221,1725 <sup>B</sup>	166,1492 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	260,6900 <sup>A</sup>	300,2475 <sup>AB</sup>	193,3450 <sup>B</sup>	251,4275 <sup>A</sup>	44,63
	Rubi MG-1192	148,1950 <sup>A</sup>	375,0075 <sup>A</sup>	491,0450 <sup>A</sup>	338,0825 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	215,1100 <sup>A</sup>	296,2875 <sup>AB</sup>	505,2450 <sup>A</sup>	338,8808 <sup>A</sup>	
	Média	193,2119 <sup>b</sup>	274,9913 <sup>ab</sup>	352,7019 <sup>a</sup>		
S	Acaíá IAC-474-19	179,6275 <sup>A</sup>	117,6600 <sup>B</sup>	181,9925 <sup>B</sup>	159,7600 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	269,3800 <sup>A</sup>	252,6525 <sup>AB</sup>	144,4250 <sup>B</sup>	222,1525 <sup>A</sup>	46,84
	Rubi MG-1192	169,1250 <sup>A</sup>	318,1300 <sup>A</sup>	330,4000 <sup>AB</sup>	272,5517 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	239,0650 <sup>A</sup>	256,6325 <sup>AB</sup>	385,4775 <sup>A</sup>	293,7250 <sup>A</sup>	
	Média	214,2994 <sup>a</sup>	236,2688 <sup>a</sup>	260,5738 <sup>a</sup>		
K	Acaíá IAC-474-19	27,5150 <sup>A</sup>	18,5875 <sup>B</sup>	28,6950 <sup>B</sup>	24,9325 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	42,0450 <sup>A</sup>	39,5650 <sup>AB</sup>	22,5750 <sup>B</sup>	34,7283 <sup>A</sup>	45,08
	Rubi MG-1192	27,2800 <sup>A</sup>	53,5725 <sup>A</sup>	58,7100 <sup>A</sup>	46,5208 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	38,5625 <sup>A</sup>	39,8100 <sup>AB</sup>	59,4275 <sup>A</sup>	45,9333 <sup>A</sup>	
	Média	33,8506 <sup>a</sup>	37,8838 <sup>a</sup>	42,3519 <sup>a</sup>		
Ca	Acaíá IAC-474-19	30,2625 <sup>A</sup>	22,2750 <sup>B</sup>	44,6075 <sup>BC</sup>	32,3817 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	45,2050 <sup>A</sup>	49,0750 <sup>AB</sup>	36,8925 <sup>C</sup>	43,7242 <sup>A</sup>	46,38
	Rubi MG-1192	32,1375 <sup>A</sup>	64,3325 <sup>A</sup>	79,5975 <sup>AB</sup>	58,6892 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	45,5675 <sup>A</sup>	44,9725 <sup>AB</sup>	95,5175 <sup>A</sup>	62,0192 <sup>A</sup>	
	Média	38,2931 <sup>b</sup>	45,1638 <sup>b</sup>	64,1538 <sup>a</sup>		
Mg	Acaíá IAC-474-19	96,5525 <sup>A</sup>	64,2225 <sup>B</sup>	111,4275 <sup>BC</sup>	90,7342 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	138,4350 <sup>A</sup>	140,4800 <sup>AB</sup>	92,3000 <sup>C</sup>	123,7383 <sup>A</sup>	47,65
	Rubi MG-1192	92,1275 <sup>A</sup>	184,5675 <sup>A</sup>	221,5200 <sup>AB</sup>	166,0717 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	140,6825 <sup>A</sup>	133,2725 <sup>AB</sup>	259,0475 <sup>A</sup>	177,6675 <sup>A</sup>	
	Média	116,9494 <sup>a</sup>	130,6356 <sup>a</sup>	171,0738 <sup>a</sup>		
Cu	Acaíá IAC-474-19	11,5825 <sup>A</sup>	10,7650 <sup>A</sup>	13,0075 <sup>AB</sup>	11,7850 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	17,3375 <sup>A</sup>	21,5800 <sup>A</sup>	10,3475 <sup>B</sup>	16,4217 <sup>A</sup>	48,48
	Rubi MG-1192	11,1600 <sup>A</sup>	25,1275 <sup>A</sup>	24,8700 <sup>A</sup>	20,3858 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	16,5100 <sup>A</sup>	20,3025 <sup>A</sup>	24,4375 <sup>AB</sup>	20,4167 <sup>A</sup>	
	Média	14,1475 <sup>a</sup>	19,4438 <sup>a</sup>	18,1656 <sup>a</sup>		
Zn	Acaíá IAC-474-19	23,3650 <sup>A</sup>	13,0275 <sup>B</sup>	22,7325 <sup>AB</sup>	19,7083 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	34,4200 <sup>A</sup>	31,9825 <sup>AB</sup>	17,3300 <sup>B</sup>	27,9108 <sup>A</sup>	52,53
	Rubi MG-1192	23,3475 <sup>A</sup>	43,9500 <sup>A</sup>	44,1500 <sup>AB</sup>	37,1492 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	29,7225 <sup>A</sup>	32,0575 <sup>AB</sup>	49,6375 <sup>A</sup>	37,1392 <sup>A</sup>	
	Média	27,7138 <sup>a</sup>	30,2544 <sup>a</sup>	33,4625 <sup>a</sup>		
B	Acaíá IAC-474-19	7,9550 <sup>A</sup>	9,3800 <sup>B</sup>	12,4200 <sup>B</sup>	9,9183 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	12,8625 <sup>A</sup>	24,1350 <sup>A</sup>	12,1650 <sup>B</sup>	16,3875 <sup>A</sup>	46,18
	Rubi MG-1192	7,9800 <sup>A</sup>	25,1700 <sup>A</sup>	28,8850 <sup>A</sup>	20,6783 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	11,8175 <sup>A</sup>	18,5850 <sup>AB</sup>	31,6100 <sup>A</sup>	20,6708 <sup>A</sup>	
	Média	10,1538 <sup>b</sup>	19,3175 <sup>a</sup>	21,2700 <sup>a</sup>		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> EUFR =  $\frac{(\text{Matéria seca de frutos})^2}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}}$ , em g<sup>2</sup>/mg e g<sup>2</sup>/mg para macro e micronutrientes, respectivamente.

entre os cultivares somente nos níveis de adubação normal e alto que apresentam o mesmo padrão para todos os nutrientes. Observa-se tendência de superioridade do Rubi MG 1192 e do Catuaí Vermelho IAC 99, principalmente no nível mais alto de adubação. Essa melhor utilização de nutrientes para produção de frutos pode explicar o

bom desempenho desses cultivares quanto à produtividade nesses dois níveis de adubação.

Não houve diferenças entre os cultivares na alocação relativa de nutrientes no caule (Tabela 4). A alocação de N, P, K e Mg no caule foi maior no nível baixo de adubação em comparação aos demais níveis.

**Tabela 4** - Alocação relativa de nutrientes no caule<sup>2</sup> de quatro cultivares de café arábica, submetidos a três níveis de adubação

Nutriente	Cultivar	Nível de Adubação			Média	CV (%)
		Baixo	Normal	Alto		
N	Acaíá IAC-474-19	9,73 <sup>A</sup>	8,10 <sup>A</sup>	6,80 <sup>A</sup>	8,21 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	6,18 <sup>A</sup>	5,30 <sup>A</sup>	5,03 <sup>A</sup>	5,50 <sup>A</sup>	11,14
	Rubi MG-1192	6,43 <sup>A</sup>	4,00 <sup>A</sup>	4,23 <sup>A</sup>	4,88 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	4,80 <sup>A</sup>	4,45 <sup>A</sup>	3,73 <sup>A</sup>	4,33 <sup>A</sup>	
	Média	6,78 <sup>a</sup>	5,46 <sup>b</sup>	4,94 <sup>c</sup>		
P	Acaíá IAC-474-19	13,13 <sup>A</sup>	9,60 <sup>A</sup>	7,85 <sup>A</sup>	10,19 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	5,95 <sup>A</sup>	5,18 <sup>A</sup>	6,00 <sup>A</sup>	5,71 <sup>A</sup>	25,42
	Rubi MG-1192	8,55 <sup>A</sup>	4,40 <sup>A</sup>	5,65 <sup>A</sup>	6,20 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	5,88 <sup>A</sup>	5,20 <sup>A</sup>	4,38 <sup>A</sup>	5,15 <sup>A</sup>	
	Média	8,38 <sup>a</sup>	6,09 <sup>b</sup>	5,97 <sup>c</sup>		
S	Acaíá IAC-474-19	7,03 <sup>A</sup>	7,08 <sup>A</sup>	5,28 <sup>A</sup>	6,46 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	4,25 <sup>A</sup>	4,55 <sup>A</sup>	4,03 <sup>A</sup>	4,28 <sup>A</sup>	16,50
	Rubi MG-1192	4,35 <sup>A</sup>	3,55 <sup>A</sup>	3,40 <sup>A</sup>	3,77 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	3,63 <sup>A</sup>	3,80 <sup>A</sup>	3,25 <sup>A</sup>	3,56 <sup>A</sup>	
	Média	4,81 <sup>a</sup>	4,74 <sup>a</sup>	3,99 <sup>a</sup>		
K	Acaíá IAC-474-19	9,05 <sup>A</sup>	7,03 <sup>A</sup>	5,50 <sup>A</sup>	7,19 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	5,70 <sup>A</sup>	4,53 <sup>A</sup>	4,20 <sup>A</sup>	4,81 <sup>A</sup>	18,88
	Rubi MG-1192	5,30 <sup>A</sup>	2,80 <sup>A</sup>	3,18 <sup>A</sup>	3,76 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	3,80 <sup>A</sup>	3,40 <sup>A</sup>	2,88 <sup>A</sup>	3,36 <sup>A</sup>	
	Média	5,96 <sup>a</sup>	4,44 <sup>b</sup>	3,94 <sup>b</sup>		
Ca	Acaíá IAC-474-19	15,15 <sup>A</sup>	13,40 <sup>A</sup>	14,08 <sup>A</sup>	14,21 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	8,88 <sup>A</sup>	7,80 <sup>A</sup>	10,40 <sup>A</sup>	9,03 <sup>A</sup>	17,50
	Rubi MG-1192	7,60 <sup>A</sup>	7,28 <sup>A</sup>	7,15 <sup>A</sup>	7,34 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	6,68 <sup>A</sup>	6,50 <sup>A</sup>	5,50 <sup>A</sup>	6,23 <sup>A</sup>	
	Média	9,58 <sup>a</sup>	8,74 <sup>a</sup>	9,28 <sup>a</sup>		
Mg	Acaíá IAC-474-19	9,38 <sup>A</sup>	8,08 <sup>A</sup>	6,90 <sup>A</sup>	8,12 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	5,78 <sup>A</sup>	5,78 <sup>A</sup>	5,30 <sup>A</sup>	5,62 <sup>A</sup>	15,01
	Rubi MG-1192	5,70 <sup>A</sup>	4,05 <sup>A</sup>	4,60 <sup>A</sup>	4,78 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	4,68 <sup>A</sup>	4,18 <sup>A</sup>	4,40 <sup>A</sup>	4,42 <sup>A</sup>	
	Média	6,38 <sup>a</sup>	5,52 <sup>b</sup>	5,30 <sup>b</sup>		
Cu	Acaíá IAC-474-19	14,70 <sup>A</sup>	14,98 <sup>A</sup>	10,88 <sup>A</sup>	13,52 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	8,33 <sup>A</sup>	10,05 <sup>A</sup>	8,53 <sup>A</sup>	8,97 <sup>A</sup>	16,49
	Rubi MG-1192	9,75 <sup>A</sup>	7,95 <sup>A</sup>	9,18 <sup>A</sup>	8,96 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	8,03 <sup>A</sup>	8,75 <sup>A</sup>	6,88 <sup>A</sup>	7,88 <sup>A</sup>	
	Média	10,20 <sup>a</sup>	10,43 <sup>a</sup>	8,86 <sup>a</sup>		
Zn	Acaíá IAC-474-19	7,23 <sup>A</sup>	7,35 <sup>A</sup>	7,18 <sup>A</sup>	7,25 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	5,25 <sup>A</sup>	5,08 <sup>A</sup>	5,45 <sup>A</sup>	5,26 <sup>A</sup>	18,48
	Rubi MG-1192	5,43 <sup>A</sup>	4,70 <sup>A</sup>	5,83 <sup>A</sup>	5,32 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	4,08 <sup>A</sup>	5,90 <sup>A</sup>	4,98 <sup>A</sup>	4,98 <sup>A</sup>	
	Média	5,49 <sup>a</sup>	5,76 <sup>a</sup>	5,86 <sup>a</sup>		
B	Acaíá IAC-474-19	3,15 <sup>A</sup>	3,58 <sup>A</sup>	2,85 <sup>A</sup>	3,19 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	3,00 <sup>A</sup>	1,80 <sup>A</sup>	2,08 <sup>A</sup>	2,29 <sup>A</sup>	57,23
	Rubi MG-1192	2,18 <sup>A</sup>	1,45 <sup>A</sup>	0,85 <sup>A</sup>	1,49 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	2,33 <sup>A</sup>	1,25 <sup>A</sup>	0,70 <sup>A</sup>	1,43 <sup>A</sup>	
	Média	2,66 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

<sup>2/</sup> ANC =  $\frac{\text{Conteúdo de nutriente no caule}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100$ , em % para macro e micronutrientes.

Diferenças entre cultivares na alocação relativa de nutrientes em ramos só se verificaram no nível baixo de fertilização para P e Ca e no nível normal para N (Tabela 5). O cultivar Rubi MG 1192 alocou mais P nos ramos e foi intermediário na alocação de Ca nesse órgão, tendo o inverso ocorrido para o cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, o qual alocou mais Ca e

teve alocação intermediária de P nos ramos. Os cultivares Acaíá IAC 474 19 e Icatu Amarelo IAC 3282 alocaram menos P nos ramos. No nível normal, o cultivar Catuaí Vermelho IAC-99 alocou maior quantidade de N nos ramos, enquanto a menor alocação desse nutriente nos ramos ocorreu para os cultivares Acaíá IAC-474-19 e Rubi MG-1192.

**Tabela 5** - Alocação relativa de nutrientes em ramos<sup>3</sup> de quatro cultivares de café arábica, submetidos a três níveis de adubação

Nutriente	Cultivar	Nível de Adubação		Média Normal	CV (%) Alto	Média	CV (%)
		Baixo	Normal				
N	Acaíá IAC-474-19	13,50 <sup>A</sup>	14,50 <sup>B</sup>	14,00 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	15,00 <sup>A</sup>	15,25 <sup>AB</sup>	13,75 <sup>A</sup>	14,67 <sup>A</sup>	15,50	
	Rubi MG-1192	15,75 <sup>A</sup>	14,00 <sup>B</sup>	13,75 <sup>A</sup>	14,50 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	16,00 <sup>A</sup>	18,50 <sup>A</sup>	14,75 <sup>A</sup>	16,42 <sup>A</sup>		
	Média	15,06 <sup>a</sup>	15,56 <sup>a</sup>	14,06 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	13,75 <sup>B</sup>	15,75 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	14,50 <sup>A</sup>		
P	Icatu Amarelo IAC-3282	13,00 <sup>B</sup>	13,00 <sup>A</sup>	12,50 <sup>A</sup>	12,83 <sup>A</sup>	24,26	
	Rubi MG-1192	20,25 <sup>A</sup>	13,75 <sup>A</sup>	11,75 <sup>A</sup>	15,25 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	15,25 <sup>AB</sup>	16,25 <sup>A</sup>	10,50 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>		
	Média	15,56 <sup>a</sup>	14,69 <sup>a</sup>	12,19 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	16,50 <sup>A</sup>	19,75 <sup>A</sup>	18,50 <sup>A</sup>	18,25 <sup>A</sup>		
	S	Icatu Amarelo IAC-3282	18,25 <sup>A</sup>	19,75 <sup>A</sup>	18,00 <sup>A</sup>	18,67 <sup>A</sup>	12,80
S	Rubi MG-1192	18,25 <sup>A</sup>	17,50 <sup>A</sup>	16,00 <sup>A</sup>	17,25 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	18,25 <sup>A</sup>	21,50 <sup>A</sup>	16,50 <sup>A</sup>	18,75 <sup>A</sup>		
	Média	17,81 <sup>a</sup>	19,63 <sup>a</sup>	17,25 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	15,00 <sup>A</sup>	17,50 <sup>A</sup>	15,50 <sup>A</sup>	16,00 <sup>A</sup>		
	K	Icatu Amarelo IAC-3282	17,50 <sup>A</sup>	18,00 <sup>A</sup>	14,50 <sup>A</sup>	16,67 <sup>A</sup>	18,70
	Rubi MG-1192	17,25 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	11,75 <sup>A</sup>	14,33 <sup>A</sup>		
Ca	Catuaí Vermelho IAC-99	17,00 <sup>A</sup>	19,00 <sup>A</sup>	13,50 <sup>A</sup>	16,50 <sup>A</sup>		
	Média	16,69 <sup>a</sup>	17,13 <sup>a</sup>	13,81 <sup>b</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	22,50 <sup>B</sup>	23,50 <sup>A</sup>	23,00 <sup>A</sup>	23,00 <sup>A</sup>		
	Icatu Amarelo IAC-3282	25,75 <sup>AB</sup>	23,75 <sup>A</sup>	20,50 <sup>A</sup>	23,33 <sup>A</sup>	13,83	
	Rubi MG-1192	24,75 <sup>AB</sup>	22,25 <sup>A</sup>	22,00 <sup>A</sup>	23,00 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	29,00 <sup>A</sup>	26,25 <sup>A</sup>	24,50 <sup>A</sup>	26,58 <sup>A</sup>		
Mg	Média	25,50 <sup>a</sup>	23,94 <sup>a</sup>	22,50 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	14,50 <sup>A</sup>	16,25 <sup>A</sup>	17,50 <sup>A</sup>	16,08 <sup>A</sup>		
	Icatu Amarelo IAC-3282	16,00 <sup>A</sup>	16,25 <sup>A</sup>	17,00 <sup>A</sup>	16,42 <sup>A</sup>	15,07	
	Rubi MG-1192	16,75 <sup>A</sup>	16,00 <sup>A</sup>	19,25 <sup>A</sup>	17,33 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	17,25 <sup>A</sup>	19,00 <sup>A</sup>	19,25 <sup>A</sup>	18,50 <sup>A</sup>		
	Média	16,13 <sup>a</sup>	16,88 <sup>a</sup>	18,25 <sup>a</sup>			
Cu	Acaíá IAC-474-19	27,25 <sup>A</sup>	37,75 <sup>A</sup>	37,50 <sup>A</sup>	34,17 <sup>A</sup>		
	Icatu Amarelo IAC-3282	25,00 <sup>A</sup>	30,50 <sup>A</sup>	33,25 <sup>A</sup>	29,58 <sup>A</sup>	17,57	
	Rubi MG-1192	31,00 <sup>A</sup>	34,00 <sup>A</sup>	34,25 <sup>A</sup>	33,08 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	32,50 <sup>A</sup>	36,75 <sup>A</sup>	34,50 <sup>A</sup>	34,58 <sup>A</sup>		
	Média	28,94 <sup>b</sup>	34,75 <sup>a</sup>	34,88 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	43,50 <sup>A</sup>	53,00 <sup>A</sup>	58,75 <sup>A</sup>	51,75 <sup>A</sup>		
Zn	Icatu Amarelo IAC-3282	42,75 <sup>A</sup>	48,75 <sup>A</sup>	57,25 <sup>A</sup>	49,58 <sup>A</sup>	12,57	
	Rubi MG-1192	49,00 <sup>A</sup>	53,25 <sup>A</sup>	57,75 <sup>A</sup>	53,33 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	45,00 <sup>A</sup>	52,25 <sup>A</sup>	56,00 <sup>A</sup>	51,08 <sup>A</sup>		
	Média	45,06 <sup>c</sup>	51,81 <sup>b</sup>	57,44 <sup>a</sup>			
	Acaíá IAC-474-19	9,25 <sup>A</sup>	17,75 <sup>A</sup>	17,25 <sup>A</sup>	14,75 <sup>A</sup>		
	B	Icatu Amarelo IAC-3282	11,50 <sup>A</sup>	16,75 <sup>A</sup>	15,50 <sup>A</sup>	14,58 <sup>A</sup>	35,92
B	Rubi MG-1192	9,75 <sup>A</sup>	12,75 <sup>A</sup>	13,75 <sup>A</sup>	12,08 <sup>A</sup>		
	Catuaí Vermelho IAC-99	10,50 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	12,75 <sup>A</sup>	12,42 <sup>A</sup>		
	Média	10,25 <sup>b</sup>	15,31 <sup>a</sup>	14,81 <sup>a</sup>			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

<sup>3/</sup> ANR =  $\frac{\text{Conteúdo de nutriente nos ramos}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100$ , em % para macro e micronutrientes.

A alocação relativa de nutrientes em folhas (Tabela 6) expressa a razão entre o conteúdo de nutrientes nas folhas e na parte aérea. No menor nível de fertilização o Rubi MG 1192 apresentou maior alocação de nutrientes em folhas, enquanto o Acaíá IAC 474 19 manteve-se numa posição intermediária. Icatu Amarelo IAC 3282 e Catuaí Ver-

melho IAC 99 exibiram menor alocação de nutrientes nesse órgão. No nível normal de adubação, os quatro cultivares exibiram o mesmo comportamento, não havendo diferenças entre eles quanto à alocação de nutrientes nas folhas. No nível mais alto de adubação, verificou-se diferença entre os cultivares na alocação de K e Mg nas

**Tabela 6** - Alocação relativa de nutrientes em folhas<sup>4</sup> de quatro cultivares de café arábica, submetidos a três níveis de adubação

Nutriente	Cultivar	Nível de Adubação			Média	CV (%)
		Baixo	Normal	Alto		
N	Acaíá IAC-474-19	40,25 <sup>AB</sup>	49,25 <sup>A</sup>	43,75 <sup>A</sup>	44,42 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	33,00 <sup>B</sup>	38,25 <sup>A</sup>	41,00 <sup>A</sup>	37,42 <sup>A</sup>	21,21
	Rubi MG-1192	45,00 <sup>A</sup>	38,50 <sup>A</sup>	32,25 <sup>A</sup>	38,58 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	31,75 <sup>B</sup>	37,50 <sup>A</sup>	29,25 <sup>A</sup>	32,83 <sup>A</sup>	
	Média	37,50 <sup>a</sup>	40,88 <sup>a</sup>	36,56 <sup>a</sup>		
P	Acaíá IAC-474-19	27,50 <sup>A</sup>	38,25 <sup>A</sup>	33,50 <sup>A</sup>	33,08 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	24,50 <sup>A</sup>	31,00 <sup>A</sup>	33,75 <sup>A</sup>	29,83 <sup>A</sup>	23,13
	Rubi MG-1192	33,25 <sup>A</sup>	30,75 <sup>A</sup>	26,75 <sup>A</sup>	30,25 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	23,50 <sup>A</sup>	31,50 <sup>A</sup>	22,50 <sup>A</sup>	25,83 <sup>A</sup>	
	Média	27,25 <sup>a</sup>	32,88 <sup>a</sup>	29,13 <sup>a</sup>		
S	Acaíá IAC-474-19	36,00 <sup>AB</sup>	42,25 <sup>A</sup>	39,75 <sup>A</sup>	39,33 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	27,50 <sup>B</sup>	31,75 <sup>A</sup>	36,75 <sup>A</sup>	32,00 <sup>A</sup>	24,68
	Rubi MG-1192	43,75 <sup>A</sup>	34,50 <sup>A</sup>	34,50 <sup>A</sup>	37,58 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	28,25 <sup>B</sup>	33,25 <sup>A</sup>	26,50 <sup>A</sup>	29,33 <sup>A</sup>	
	Média	33,88 <sup>a</sup>	35,44 <sup>a</sup>	34,38 <sup>a</sup>		
K	Acaíá IAC-474-19	31,75 <sup>AB</sup>	43,50 <sup>A</sup>	39,50 <sup>A</sup>	38,25 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	28,00 <sup>AB</sup>	33,25 <sup>A</sup>	37,75 <sup>AB</sup>	33,00 <sup>A</sup>	24,38
	Rubi MG-1192	40,75 <sup>A</sup>	32,00 <sup>A</sup>	26,75 <sup>AB</sup>	33,17 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	26,00 <sup>B</sup>	34,25 <sup>A</sup>	25,00 <sup>B</sup>	28,42 <sup>A</sup>	
	Média	31,63 <sup>a</sup>	35,75 <sup>a</sup>	32,25 <sup>a</sup>		
Ca	Acaíá IAC-474-19	50,50 <sup>AB</sup>	54,50 <sup>A</sup>	53,25 <sup>A</sup>	52,75 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	46,25 <sup>B</sup>	52,50 <sup>A</sup>	53,75 <sup>A</sup>	50,83 <sup>A</sup>	9,91
	Rubi MG-1192	57,00 <sup>A</sup>	55,75 <sup>A</sup>	52,00 <sup>A</sup>	54,92 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	48,25 <sup>AB</sup>	53,75 <sup>A</sup>	51,50 <sup>A</sup>	51,17 <sup>A</sup>	
	Média	50,50 <sup>a</sup>	54,13 <sup>a</sup>	52,63 <sup>a</sup>		
Mg	Acaíá IAC-474-19	48,00 <sup>AB</sup>	57,00 <sup>A</sup>	52,75 <sup>A</sup>	52,58 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	41,00 <sup>B</sup>	49,75 <sup>A</sup>	51,75 <sup>AB</sup>	47,50 <sup>A</sup>	14,69
	Rubi MG-1192	53,75 <sup>A</sup>	52,00 <sup>A</sup>	48,75 <sup>AB</sup>	51,50 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	42,50 <sup>AB</sup>	51,50 <sup>A</sup>	39,50 <sup>B</sup>	44,50 <sup>A</sup>	
	Média	46,31 <sup>a</sup>	52,56 <sup>a</sup>	48,19 <sup>a</sup>		
Cu	Acaíá IAC-474-19	22,50 <sup>AB</sup>	16,25 <sup>A</sup>	16,25 <sup>A</sup>	18,33 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	15,75 <sup>B</sup>	14,25 <sup>A</sup>	18,00 <sup>A</sup>	16,00 <sup>A</sup>	27,75
	Rubi MG-1192	26,00 <sup>A</sup>	13,25 <sup>A</sup>	12,50 <sup>A</sup>	17,25 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	15,75 <sup>B</sup>	13,00 <sup>A</sup>	12,00 <sup>A</sup>	13,58 <sup>A</sup>	
	Média	20,00 <sup>a</sup>	14,19 <sup>b</sup>	14,69 <sup>b</sup>		
Zn	Acaíá IAC-474-19	24,25 <sup>A</sup>	26,00 <sup>A</sup>	17,50 <sup>A</sup>	22,58 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	17,50 <sup>A</sup>	22,25 <sup>A</sup>	16,25 <sup>A</sup>	18,67 <sup>A</sup>	22,95
	Rubi MG-1192	22,75 <sup>A</sup>	22,00 <sup>A</sup>	14,00 <sup>A</sup>	19,58 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	17,00 <sup>A</sup>	21,50 <sup>A</sup>	16,00 <sup>A</sup>	18,17 <sup>A</sup>	
	Média	20,38 <sup>a</sup>	22,94 <sup>a</sup>	15,94 <sup>b</sup>		
B	Acaíá IAC-474-19	62,00 <sup>A</sup>	68,00 <sup>A</sup>	64,00 <sup>A</sup>	64,67 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	55,25 <sup>A</sup>	62,25 <sup>A</sup>	68,75 <sup>A</sup>	62,08 <sup>A</sup>	15,59
	Rubi MG-1192	64,25 <sup>A</sup>	65,00 <sup>A</sup>	67,50 <sup>A</sup>	65,58 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	52,50 <sup>A</sup>	64,50 <sup>A</sup>	57,26 <sup>A</sup>	58,08 <sup>A</sup>	
	Média	58,50 <sup>a</sup>	64,94 <sup>a</sup>	64,38 <sup>a</sup>		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

<sup>4/</sup> ANF =  $\frac{\text{Conteúdo de nutriente nas folhas}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100$ , em % para macro e micronutrientes.

folhas, mantendo-se o mesmo padrão de comportamento verificado no menor nível.

Os cultivares não exibiram diferenças quanto à alocação relativa de nutrientes nos frutos (Tabela 7).

O caule apresentou menor conteúdo de todos os nutrientes em relação aos demais órgãos da parte aérea. Os

frutos acumularam maior quantidade de P, S, K e Cu, enquanto as folhas detiveram maior conteúdo de N, Ca, Mg e B. Por sua vez, o maior conteúdo de Zn verificou-se nos ramos (Tabelas 4 a 7).

O cultivar Rubi MG-1192 alocou mais N, S, K, Ca, Mg e Cu nas folhas e apresenta tendência em alocar menor

**Tabela 7** - Alocação relativa de nutrientes em frutos<sup>5</sup> de quatro cultivares de café arábica, submetidos a três níveis de adubação

<b>Nutriente</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Nível de Adubação</b>			<b>Média</b>	<b>CV (%)</b>
		<b>Baixo</b>	<b>Normal</b>	<b>Alto</b>		
N	Acaíá IAC-474-19	36,52 <sup>A</sup>	28,15 <sup>A</sup>	35,45 <sup>A</sup>	33,37 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	45,82 <sup>A</sup>	41,20 <sup>A</sup>	40,22 <sup>A</sup>	42,41 <sup>A</sup>	44,68
	Rubi MG-1192	32,82 <sup>A</sup>	43,50 <sup>A</sup>	49,77 <sup>A</sup>	42,04 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	47,45 <sup>A</sup>	39,55 <sup>A</sup>	52,27 <sup>A</sup>	46,42 <sup>A</sup>	
	Média	40,66 <sup>a</sup>	38,10 <sup>a</sup>	44,44 <sup>a</sup>		
P	Acaíá IAC-474-19	45,62 <sup>A</sup>	36,40 <sup>A</sup>	44,65 <sup>A</sup>	42,23 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	56,30 <sup>A</sup>	50,82 <sup>A</sup>	47,75 <sup>A</sup>	51,63 <sup>A</sup>	46,29
	Rubi MG-1192	37,95 <sup>A</sup>	51,10 <sup>A</sup>	55,85 <sup>A</sup>	48,30 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	55,37 <sup>A</sup>	47,05 <sup>A</sup>	62,62 <sup>A</sup>	55,02 <sup>A</sup>	
	Média	48,81 <sup>a</sup>	46,34 <sup>a</sup>	52,71 <sup>a</sup>		
S	Acaíá IAC-474-19	40,47 <sup>A</sup>	30,92 <sup>A</sup>	36,47 <sup>A</sup>	35,96 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	50,00 <sup>A</sup>	43,95 <sup>A</sup>	41,2 <sup>A</sup>	45,05 <sup>A</sup>	42,58
	Rubi MG-1192	33,65 <sup>A</sup>	44,45 <sup>A</sup>	46,10 <sup>A</sup>	41,40 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	49,87 <sup>A</sup>	41,45 <sup>A</sup>	53,75 <sup>A</sup>	48,36 <sup>A</sup>	
	Média	43,50 <sup>a</sup>	40,19 <sup>a</sup>	44,38 <sup>a</sup>		
K	Acaíá IAC-474-19	44,20 <sup>A</sup>	31,97 <sup>A</sup>	39,50 <sup>A</sup>	38,56 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	48,80 <sup>A</sup>	44,22 <sup>A</sup>	43,55 <sup>A</sup>	45,52 <sup>A</sup>	44,77
	Rubi MG-1192	36,70 <sup>A</sup>	51,20 <sup>A</sup>	58,32 <sup>A</sup>	48,74 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	53,20 <sup>A</sup>	43,35 <sup>A</sup>	58,62 <sup>A</sup>	51,72 <sup>A</sup>	
	Média	45,72 <sup>a</sup>	42,68 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>		
Ca	Acaíá IAC-474-19	11,85 <sup>A</sup>	8,60 <sup>A</sup>	9,67 <sup>A</sup>	10,04 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	19,12 <sup>A</sup>	15,95 <sup>A</sup>	15,35 <sup>A</sup>	16,81 <sup>A</sup>	55,96
	Rubi MG-1192	10,65 <sup>A</sup>	14,72 <sup>A</sup>	18,85 <sup>A</sup>	14,74 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	16,07 <sup>A</sup>	13,50 <sup>A</sup>	18,50 <sup>A</sup>	16,02 <sup>A</sup>	
	Média	14,42 <sup>a</sup>	13,19 <sup>a</sup>	15,59 <sup>a</sup>		
Mg	Acaíá IAC-474-19	28,12 <sup>A</sup>	18,67 <sup>A</sup>	22,85 <sup>A</sup>	23,22 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	37,22 <sup>A</sup>	28,22 <sup>A</sup>	25,95 <sup>A</sup>	30,46 <sup>A</sup>	44,38
	Rubi MG-1192	23,80 <sup>A</sup>	27,95 <sup>A</sup>	27,40 <sup>A</sup>	26,39 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	35,57 <sup>A</sup>	25,32 <sup>A</sup>	36,85 <sup>A</sup>	32,58 <sup>A</sup>	
	Média	31,18 <sup>a</sup>	25,04 <sup>a</sup>	28,26 <sup>a</sup>		
Cu	Acaíá IAC-474-19	35,55 <sup>A</sup>	31,02 <sup>A</sup>	35,37 <sup>A</sup>	33,98 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	50,92 <sup>A</sup>	45,20 <sup>A</sup>	40,22 <sup>A</sup>	45,45 <sup>A</sup>	47,23
	Rubi MG-1192	33,25 <sup>A</sup>	44,80 <sup>A</sup>	44,07 <sup>A</sup>	40,71 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	43,72 <sup>A</sup>	41,50 <sup>A</sup>	46,62 <sup>A</sup>	43,96 <sup>A</sup>	
	Média	40,86 <sup>a</sup>	40,63 <sup>a</sup>	41,57 <sup>a</sup>		
Zn	Acaíá IAC-474-19	25,02 <sup>A</sup>	13,65 <sup>A</sup>	16,57 <sup>A</sup>	18,42 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	34,50 <sup>A</sup>	23,92 <sup>A</sup>	21,05 <sup>A</sup>	26,49 <sup>A</sup>	52,08
	Rubi MG-1192	22,82 <sup>A</sup>	20,05 <sup>A</sup>	22,42 <sup>A</sup>	21,77 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	33,92 <sup>A</sup>	20,35 <sup>A</sup>	23,02 <sup>A</sup>	25,77 <sup>A</sup>	
	Média	29,07 <sup>a</sup>	19,49 <sup>a</sup>	20,76 <sup>a</sup>		
B	Acaíá IAC-474-19	25,60 <sup>A</sup>	10,67 <sup>A</sup>	15,90 <sup>A</sup>	17,39 <sup>A</sup>	
	Icatu Amarelo IAC-3282	30,25 <sup>A</sup>	19,20 <sup>A</sup>	13,67 <sup>A</sup>	21,05 <sup>A</sup>	79,85
	Rubi MG-1192	23,82 <sup>A</sup>	20,80 <sup>A</sup>	17,90 <sup>A</sup>	20,85 <sup>A</sup>	
	Catuaí Vermelho IAC-99	34,67 <sup>A</sup>	20,25 <sup>A</sup>	80,83 <sup>A</sup>	28,07 <sup>A</sup>	
	Média	28,59 <sup>a</sup>	17,73 <sup>a</sup>	19,19 <sup>a</sup>		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 10%, pelo teste de Tukey.

<sup>5/</sup> ANFR =  $\frac{\text{Conteúdo de nutriente no fruto}}{\text{Conteúdo de nutriente na parte aérea}} \times 100$ , em % para macro e micronutrientes.

quantidade de nutrientes em frutos quando cultivado com baixo nível de adubação (Tabelas 6 e 7, respectivamente), o que resultaria em alta eficiência de produção de frutos para esse cultivar em tais condições. Nesse caso, a eficiência de produção de raízes parece ser o fator limitante da eficiência de produção de frutos.

Considerando a média de alocação relativa de nutrientes nos frutos para os quatro cultivares, no nível normal de adubação (Tabela 7), verificou-se que eles possuem 38,1% do N, 46,34% do P, 40,19% do S, 42,68% do K, 13,19% do Ca, 25,04% do Mg, 40,63% do Cu, 19,49% do Zn e 17,73% do B. Em cafeiro cultivar Catuaí com quatro anos de idade, a alocação de macro e micronutrientes nos frutos, em relação à parte aérea, foi a seguinte: 27% do N, 27% do P, 23% do S, 35% do K, 12% do Ca, 15% do Mg, 37% do Cu, 18% do Zn e 24% do B (Malavolta, 1986). Malavolta (1993) determinou a seguinte alocação percentual de nutrientes nos frutos para o cultivar Catuaí com 6,5 anos de idade: 25% do N, 32% do P, 25% do S, 39% do K, menos de 10% do Ca, 14% do Mg, menos de 10% do Cu, menos de 10% do Zn e 21% do B. Depreende-se, pelos valores apresentados, que a exportação de nutrientes pelo cafeiro é considerável, ou seja, grande parte dos elementos contidos nos frutos deixa a propriedade. A exportação pode ser maior quando a palha, rica em nutrientes, não for devolvida ao cafezal. Além dos benefícios proporcionados por ser fonte de matéria orgânica, ela contém quantidade significativa de nutrientes, principalmente de K. Correa *et al.* (1983) observaram que a maior demanda de nutrientes por cafeiro Catuaí, em anos de alta produtividade, ocorre em função da frutificação, enquanto nos anos de baixa produtividade a demanda é maior pela parte vegetativa.

## CONCLUSÕES

A variedade Icatu Amarelo IAC-3282 foi a mais produtiva no ambiente com restrição de nutrientes, enquanto MG-1192 e Catuaí Vermelho IAC-99 mostraram-se mais produtivas em ambientes com alto suprimento de nutrientes.

Não houve diferenças entre os cultivares na alocação relativa de nutrientes no caule.

A alocação de N, P, K e Mg no caule foi maior no nível baixo de adubação em comparação aos demais níveis.

Diferenças entre cultivares na alocação relativa de nutrientes em ramos só se verificaram no nível baixo de fertilização para P e Ca e no nível normal para N.

Considerando a média de alocação relativa de nutrientes nos frutos, para os quatro cultivares, no nível normal de adubação, verificou-se que eles possuem 38,1% do N, 46,34% do P, 40,19% do S, 42,68% do K, 13,19% do Ca, 25,04% do Mg, 40,63% do Cu, 19,49% do Zn e 17,73% do B.

## AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café), pelo financiamento do projeto.

## REFERÊNCIAS

- Baligar VC & Fageria NK (1998) Plant nutrient efficiency: towards the second paradigm. In: Siqueira, J.O. et al. (Eds.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.183 - 204.
- Bingham FT (1982) Boron. In: Page AL (Ed.). Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Madson, American Society of Agronomy. p.431 - 447.
- Braga JM & Defelipo BV (1974) Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. Revista Ceres, 21:73-85.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader, LE & Younes V.L (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicilic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6:71-80.
- Correa JB, Garcia AWR & Costa PC (1983) Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeira, Poços de Caldas. Anais, IBC/GERCA. p.117-183.
- Furlani AMC et al. (1984) Avaliação de genótipos de arroz quanto à eficiência na utilização de fósforo em solução nutritiva e em solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 7:291-302.
- Guimarães PTG, Garcia AWR, Alvarez VVH, Prezotti LC, Viana AS, Miguel AE, Malavolta E, Corrêa JB, Lopes AS, Nogueira, FD & Monteiro AVC (1999) Cafeiro. In: Ribeiro, AC, Guimarães PTG & Alvarez V. VH (Eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5<sup>a</sup> Aproximação. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG. p.289-302.
- Jackson ML (1958) Soil chemical analysis. New Jersey, Prentice Hall. 498 p.
- Johnson CM & Ulrich A (1959) Analytical methods for use in plants analysis. Berkeley, California Experimental Station. p. 25-78. (Bull. 766).
- Jones Junior JB, Wolf B & Mills HA (1991) Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Georgia, Micro-Macro Publishing. 213p.
- Laviola BG, Martinez HEP, Souza RB & Alvarez V VH (2007) Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeiro arábico em três níveis de adubação. Bioscience Journal, 23:29-40.
- Malavolta, E (1993) Nutrição mineral e adubação do cafeiro. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda. 210p.
- Malavolta, E (1986) Nutrição, adubação e calagem para o cafeiro. In: Rena AB, Malavolta E, Rocha M, Yamada T.(Eds.) Cultura do cafeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.165-274.
- Mantovani EC & Costa LC (1998) Manual do SISDA 2.0. In: Workshop Internacional sobre Manejo Integrado das Culturas e Recursos Hídricos. Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, 153p.
- Morais EJ et al. (1990) Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 14:353-362.
- Moura WM, Pereira AA, Lima PC, Utida MK & Castro NM (2000) Ensaio regional de linhagens comerciais de cultivares de café arábica. In: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil. Anais, EMBRAPA. p.484.
- Vose PB. (1987) Genetical aspects of mineral nutrition – progress to date. In: Gabelman HW & Louhman (Eds.). Genetic aspects of plant mineral nutrition. Dordrecht, Boston & Lancaster. p.3-13.