

EFICIÊNCIA DE USO DE MACRONUTRIENTES E CORRELAÇÃO COM O CRESCIMENTO EM GENÓTIPOS DE CAFÉ¹

Yonara Poltronieri²; Paulo Roberto Cecon³; Vanessa Vitoriano Pereira⁴;
Luiz Mário Valente Lopes⁵; Uriel Laurentiz de Araujo⁶; Isabel da Costa Rodrigues⁶

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

²Pesquisadora, DSc, Epamig- Sudeste, Viçosa-MG, ypoltronieri@epamig.br

³Prof. Titular do DET da UFV, Viçosa –MG, cecon@ufv.br

⁴Bolsista Consórcio Pesquisa Café, BS, vvitorianopereira.ufv@gmail.com

⁵Bolsista PIBIC CNPq/Epamig, luizmarioufv@gmail.com

⁶Bolsista PIBIC Fapemig/Epamig, uriel.laurentiz@gmail.com; isabelrodrigues260@gmail.com

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi verificar as eficiências de uso de N, P, K, Ca, Mg e S em mudas de quinze genótipos de *Coffea arabica* e correlacioná-las com as características do crescimento vegetativo. O estudo foi conduzido no viveiro de café do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, MG. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quinze tratamentos (Cultivares: Icatu Amarelo IAC 3282; Catiguá MG3; Aranãs; Catuaí Vermelho IAC 144; Paraíso MG H419-1; Catiguá MG2; Liberdade e Araponga MG1. Progenies: Sagarana T12; Sagarana T19; H1189-9-80-3; Progênie 15/ Icatu x Elite; H 514-7-4-5; H 1189-12-52-2 e H 29-1-8-5) e três repetições. Aos dezoito meses após o transplântio das mudas, foram avaliadas as características do crescimento: diâmetro do caule; altura da planta; número de nós do ramo ortotrópico e volume de raízes. No material vegetal foi realizada a análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. A partir da massa seca total e dos teores dos nutrientes nas planta foram calculados os conteúdos e posteriormente as eficiências de uso dos macronutrientes. As progênies H 1189-9-80-3, H 514-7-4-5 e Sagarana 12 são as mais eficientes no uso de macronutrientes. A produção de massa seca total é a característica que apresenta as melhores correlações com as eficiências de uso dos macronutrientes do cafeeiro arábica. Dentre as características de crescimento não destrutivas da planta, o diâmetro do caule apresenta os maiores coeficientes de correlação com as eficiências de uso de macronutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, melhoramento genético, nutrição mineral.

MACRONUTRIENT USE EFFICIENCY AND CORRELATION WITH GROWTH IN COFFEE GENOTYPES

ABSTRACT: The aimed was verify the use efficiencies of N, P, K, Ca, Mg and S in seedlings of fifteen genotypes of *Coffea arabica* and to correlate with the vegetative growth characteristics. The study was conducted in the coffee nursery of the Plant Pathology Department of the Federal University of Viçosa in Viçosa city, in the state of Minas Gerais, Brazil. The experimental design was completely randomized with fifteen treatments (Cultivars: Icatu Amarelo IAC 3282; Catiguá MG 3; Aranãs; Catuaí Vermelho IAC 144; Paraíso MG H419-1; Catiguá MG2; Liberdade and Araponga MG1. Progenies: Sagarana T12; Sagarana T19; H1189-9-80-3; Progênie 15/ Icatu x Elite; H 514-7-4-5; H 1189-12-52-2 and H 29-1-8-5) and three replicates. At the eighteen months after transplanting, growth characteristics were evaluated: stem diameter; plant height; number of nodes of the orthotropic branch and roots volume. In the plant sample, the concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S were analyzed. From the total dry mass and the nutrient concentration in the plant, accumulations of macronutrients was quantified and the use efficiencies of N, P, K, Ca, Mg and S were calculated. Progenies H 1189-9-80-3, H 514-7-4-5 and Sagarana 12 are the most efficient in the use of macronutrients. The total dry mass production is the characteristic that shows the best correlations with the macronutrient use efficiencies of arabica coffee. The stem diameter is the characteristic non-destructive with the highest coefficients of correlation with macronutrient use efficiencies.

KEY WORDS: *Coffea arabica*, genetic improvement, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

Uma forma de aumentar a produtividade das culturas é a prática da fertilização. Entretanto, o custo com essa prática é, na média nacional, de aproximadamente 20% do custo total de produção de café (CONAB, 2017). O estudo da nutrição mineral das plantas pode contribuir para diagnosticar a correta exigência do solo e da planta no processo de produção, evitando a aplicação errônea de fertilizantes, controlando as restrições à produtividade e garantindo a sustentabilidade da agricultura (Martins et al., 2015). A resposta à disponibilidade de nutrientes no solo diferem entre genótipos de plantas. As causas disso residem nas diferenças de capacidade de absorção e de utilização de elementos minerais essenciais (Tomaz, et. al. 2008; Amaral et al., 2011; Fageria e Moreira, 2011). O termo eficiência nutricional, de forma geral, é usado para caracterizar plantas em sua capacidade de absorver e utilizar nutrientes (Baligar e Fageria, 1998;

Martins et al., 2015). A avaliação das eficiências nutricionais do cafeeiro pode ser uma ferramenta na seleção de genótipos adaptados a condições distintas de fertilidade do solo expandindo a base genética. Uma das dificuldades na execução de um programa de melhoramento genético do cafeeiro é o tempo gasto na avaliação das progênies. A avaliação de atributos desejáveis de forma indireta, correlacionando com as características agrônômicas da planta, pode ser útil no processo de seleção de genótipos. Há na literatura alguns trabalhos que correlacionam características do crescimento vegetativo com a produtividade do cafeeiro (Freitas et al., 2007; Carvalho et al., 2010; Rodrigues et al., 2012; Teixeira et al., 2012). Entretanto, pouco se sabe sobre as características de crescimento que se correlacionam com as eficiências nutricionais do cafeeiro. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar as eficiências de uso de N, P, K, Ca, Mg e S em mudas de quinze genótipos de *Coffea arabica* e correlacioná-las com as características do crescimento vegetativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de café do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. As mudas das cultivares registradas e progênies elites de café do Programa de Melhoramento Genético da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG e suas parceiras, aos três meses após a germinação, foram transplantadas em vasos de polietileno contendo 20 L de substrato padrão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quinze tratamentos (Cultivares: Icatu Amarelo IAC 3282; Catiguá MG 3; Aranãs; Catuaí Vermelho IAC 144; Paraíso MG H419-1; Catiguá MG2; Liberdade e Araponga MG1. Progênies: Sagarana T12; Sagarana T19; H1189-9-80-3; Progênie 15/ Icatu x Elite; H 514-7-4-5; H 1189-12-52-2 e H 29-1-8-5) e três repetições. As plantas foram coletadas aos 18 meses após o transplantio das mudas. Nessas foram mensuradas as características do crescimento: diâmetro do caule, medido a cinco cm do colo da planta com auxílio de um paquímetro; altura da planta, medida do colo da planta até a gema apical do caule, com auxílio de uma régua graduada; número de nós do ramo ortotrópico, avaliado por meio da contagem e volume de raiz, obtido pela diferença de volume quando adicionado as raízes a uma proveta com 500 ml de água. As plantas foram, separadas em raiz, ramos e folhas, lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até peso constante, mensurada a massa seca de cada parte da planta e trituradas em moinho tipo Willey. O material vegetal da coleta foi encaminhado ao laboratório para análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. A partir da massa seca total e dos teores dos nutrientes nas planta foram calculados os conteúdos e posteriormente as eficiências de uso (EFU) dos macronutrientes conforme a relação apresentada a seguir (Siddiqi e Glass, 1981):

$$EFU = \frac{(\text{massa seca total})^2}{(\text{conteúdo total de nutrientes na planta})}$$
 em $g^2 \text{ mg}^{-1}$. Os dados referentes as eficiências de uso dos macronutrientes foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Na análise multivariada a otimização foi verificada por meio do método de Tocher. Os resultados obtidos do crescimento vegetativo e das eficiências de uso dos macronutrientes foram avaliados por correlação linear simples, adotando-se 5% de probabilidade para a significância do teste “t”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância as eficiências de uso dos nutrientes expressaram diferenças significativas entre os genótipos indicando variabilidade genética entre as quinze cultivares/progênies de café estudadas, com possibilidades de ganhos por seleção. (Tabela 1). Foram identificados a formação de seis grupos, por meio da aplicação do método de otimização via Tocher, descritos a seguir: Grupo 1 - Aranãs, Sagarana T19, Catuaí IAC 144, Icatu Amarelo, H 29-1-8-5, H 1189-12-52-2, Liberdade; Grupo 2 - Catiguá MG 3, Araponga MG1, Paraíso MG 1, Progênie 15/ Icatu x Elite; Grupo 3 - H 1189-9-80-3; Grupo 4 - H 514-7-4-5; Grupo 5 - Catiguá MG 2 e Grupo 6 - Sagarana T12. Verifica-se que as maiores eficiências de uso foram obtidas nos grupos 3, 4 e 6 representados pelas progênies H 1189-9-80-3, H 514-7-4-5 e Sagarana T12, respectivamente (Tabela 2). Os materiais H 1189-9-80-3, H 514-7-4-5 e Sagarana T12 são progênies ainda sem registro. O H 1189-9-80-3 é um material genético resultante do cruzamento de Mundo Novo x Catuaí, suscetível a ferrugem, com peneira alta, cor dos frutos amarelos e bastante vigoroso. O H 514-7-4-5 é o cruzamento entre Catuaí Amarelo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 440-10, apresenta resistência a ferrugem, bom vigor vegetativo, boa produtividade, excelente qualidade de bebida e frutos normalmente vermelhos. A progênie Sagarana T12 é um material proveniente da H 419-6-2-7-1-1, tolerante à seca, resistente a ferrugem e frutos vermelhos. Um dos mecanismos que contribuem para o uso eficiente de nutrientes está relacionado aos atributos morfológicos da planta especialmente as características morfológicas das raízes. O sistema radicular extensivo é capaz de explorar maior volume do solo absorvendo mais água e nutrientes com reflexos no aumento da eficiência nutricional (Ramos et al., 1982; Fageria, 1998). Portanto, é possível que, neste trabalho, um maior desenvolvimento das raízes de alguns genótipos possa ter influenciado na maior eficiência de uso de nutrientes. As maiores médias dos volumes de raízes foram observados nos mesmos genótipos que apresentaram as maiores eficiências de uso (Tabela 1). Quando correlacionadas as características do crescimento vegetativos e as eficiências de uso dos macronutrientes de todos os genótipos estudados neste trabalho, verifica-se que as correlações foram positivas. De modo geral, dentre as características do crescimento a que melhor se correlacionou com as eficiências de uso dos nutrientes foi a massa seca

total da planta (Tabela 3). Alguns resultados na literatura corroboram com o encontrado no presente trabalho (Cardoso, 2010; Pedrosa et al., 2013). Considerando que na seleção genética a preservação da planta é imprescindível e que a obtenção da massa seca das plantas é uma avaliação destrutiva, observa-se, dentre as características vegetativas não destrutivas, que o diâmetro do caule foi o atributo que apresentou maiores correlações com as eficiências de uso dos macronutrientes estudados (Tabela 3).

Tabela 1. Média das eficiências de uso de N, P, K, Ca, Mg e S, altura da planta (H), diâmetro do caule (D), volume das raízes (VR) número de nós do ramo ortotrópico (NN) e massa seca total (MST) em mudas de genótipos de *C. arabica* aos 18 meses após o transplântio e os coeficientes de variação (CV)¹

GENÓTIPOS	N	P	K	Ca	Mg	S	H	D	VR	NN	MST
	g ² mg ⁻¹						cm	mm	cm ³		g
Icatu Amarelo	5B	95B	6B	14B	35B	65B	38B	16B	25C	7A	66B
Catiguá MG3	11A	163A	11A	34A	83A	142A	38B	16A	65C	4A	116A
Catuaf 144	5B	73B	6B	15B	42B	70B	31B	17B	37C	7A	71B
H 1189-9-80	11A	108B	13A	31A	89A	171A	34B	21A	165A	7A	175A
Icatu x Elite	9A	131A	13A	25A	64B	114A	24B	15B	90B	4A	137A
H514-7-4-5	12A	193A	12A	41A	88A	127A	55A	20A	83B	7A	148A
H1189-12	4B	60B	4B	113B	33B	48B	26B	12B	28C	6A	47B
Aranãs	5B	81B	5B	15B	35B	57B	26B	15B	35C	6A	65B
H 29-1-8-5	6B	100B	6B	17B	42B	80B	30B	15B	52C	7A	77B
Paraíso MG1	11A	148A	14A	33A	89A	153A	37B	19A	103B	10A	169A
Catiguá MG2	8A	97B	9A	22B	56B	116A	27B	16B	70C	5A	112A
Araponga MG1	11A	153A	11A	27A	72A	140A	31B	18B	92B	7A	151A
Sagarana T12	11A	160A	12A	33A	134A	138A	34B	21A	88B	6A	159A
Sagarana T19	4B	79B	5B	15B	41B	65B	26B	12B	30C	4A	61B
Liberdade	3B	49B	4B	13B	35B	44B	22B	12B	25C	3A	47B
CV (%)	39,80	37,91	46,01	49,91	46,46	46,23	22,11	20,19	51,88	50,26	49,02

⁽¹⁾ Grupos de médias com as mesmas letras são semelhantes ao nível de 5% pelo critério de Scott-Knott.

Tabela 2. Médias dos grupos de cultivares agrupados por otimização entre quinze genótipos de *C. arabica* aos 18 meses após o transplântio, obtido pelo método Tocher, com base nas eficiências de uso de N, P, K, Ca, Mg e S (g²mg⁻¹)⁽¹⁾

EFICIÊNCIAS DE USO	GRUPOS					
	1	2	3	4	5	6
N	4,62	10,48	11,00	11,54	7,88	10,55
P	76,69	148,74	108,02	192,64	96,94	159,67
K	5,11	12,03	12,72	11,96	8,76	11,95
Ca	14,06	29,78	30,59	41,11	21,59	33,35
Mg	37,58	77,09	89,23	88,34	56,28	133,72
S	61,14	137,31	170,61	127,23	116,16	138,05

⁽¹⁾ Grupo 1 – Aranãs, Sagarana T19, Catuaf IAC 144, Icatu Amarelo, H 29-1-8-5, H 1189-12-52-2, Liberdade; Grupo 2: Catiguá MG 3, Araponga MG1, Paraíso MG 1, Progenie 15/ Icatu x Elite; Grupo 3: H 1189-9-80-3; Grupo 4: H 514-7-4-5; Grupo 5: Catiguá MG 2 e Grupo 6: Sagarana T12

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlação linear entre as características do crescimento vegetativo e as eficiências de uso dos macronutrientes de mudas de *C. arabica* aos 18 meses após o transplântio⁽¹⁾

CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO	EFICIÊNCIAS DE USO (g ² mg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Altura da planta (cm)	0,5897*	0,7364*	0,4899*	0,7136*	0,4995*	0,4777*
Diâmetro do caule (mm)	0,8327*	0,7334*	0,7862*	0,8010*	0,8385*	0,8195*
Volume de Raiz (cm ³)	0,8470*	0,5789*	0,8774*	0,7461*	0,7328*	0,9150*
Número de Nós	0,3135	0,2637	0,2718	0,2600	0,2122	0,3087
Massa Seca Total (g)	0,9635*	0,8081*	0,9714*	0,8919*	0,8719*	0,9653*

⁽¹⁾ * Significativo pelo teste “t” (p≤0,05)

CONCLUSÕES

Aos dezoito meses após o transplântio das mudas conclui-se que:

1. As progênies H 1189-9-80-3, H 514-7-4-5 e Sagarana T12 são as mais eficientes no uso de macronutrientes;

2. A produção de massa seca total é a característica que apresenta as melhores correlações com as eficiências de uso dos macronutrientes do cafeeiro arábica;
3. Dentre as características de crescimento não destrutivas da planta, o diâmetro do caule apresenta os maiores coeficientes de correlação com as eficiências de uso de nutrientes avaliadas.

AGRADECIMENTOS: Consórcio Pesquisa Café, CNPq, Fapemig.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.F.T.; MARTINEZ, H.E.P.; LAVIOLA, B.G.; TOMAZ, M.A.; FERNANDES FILHO, E.I.; CRUZ, C.D. Produtividade e eficiência de uso de nutrientes por cultivares de cafeeiro. *Coffee Science*, 6(1): 65-74, 2011.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Plant nutrient efficiency: towards the second paradigm. In: Siqueira, J.O. et al. (Ed.). *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998, p. 183 - 204, 1998.
- CARDOSO, P.M.R. Análise biométrica da eficiência nutricional para Nitrogênio em café (*Coffea arabica* L.). 100 p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2010.
- CARVALHO, A.M.; MENDES, A.A.N.G.; CARVALHO, G.R.; BOTELHO, C.E.; GONÇALVES, F.M.A.; FERREIRA, A.D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.45, n.3, p.269-275, mar. 2010
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/405-planilhas-de-custos-de-producao-culturas-permanentes?start=10>. 2017.
Acesso: 28/01/2019
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 2:6-16, 1998.
- FAGERIA, N. K., MOREIRA, A. The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants. In Donald L. Sparks, editor: *Advances in Agronomy*, v. 110, Burlington: Academic Press, 2011, p. 251-331.
- FREITAS, Z.M.T.S.; OLIVEIRA, F.J.; CARVALHO, S.P.; SANTOS, V.F.; SANTOS, J.P.O. Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, 66 (2):267-275, 2007.
- MARTINS, L.D.; MACHADO, L.S.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. The nutritional efficiency of *Coffea* spp. A review. *African Journal of Biotechnology*, 14(9): 728-734, 2015. DOI: 10.5897/AJB2014.14254
- PEDROSA, A.W.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; DAMATTA, F.M.; CLEMENTE, J.M. Cultivares de café em resposta a doses contrastantes de zinco. *Coffee Science*, 8(3): 295-305, 2013.
- RAMOS, L.C.S.; LIMA, M.M.A.; CARVALHO, A. Crescimento do sistema radicular e da parte aérea em plantas jovens de cafeeiros. *Bragantia*, 41: 91-99, 1982.
- RODRIGUES, W.P.; VIEIRA, H.D; BARBOSA, D.H.S.G.; VITTORAZZI, C. Growth and yield of *Coffea arabica* L. in Northwest Fluminense: 2nd harvest. *Rev. Ceres*, 59(6):809-815, 2012.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *J. Plant Nut.*, 4:289-302, 1981.
- TEIXEIRA, A.L.; GONÇALVES, F.M.A; REZENDE, J.C.; CARVALHO, S.P.; PEREIRA, A.A.; MORAES, B.F.X.; TEIXEIRA, L.G.V. Seleção precoce para produção de grãos em café arábica pela avaliação de caracteres morfológicos. *Pesq. agropec. bras.*, 47(8):1110-1117, 2012.
- TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; CRUZ, C.D.; FERRARI, R.B.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. *Ciência Rural*, 38(6): 1540-1546, 2008.