

AMOSTRAGEM DE PLANTAS EM CAFEIEIRO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

Antonio Carlos de Oliveira Cintra¹, Danilo Eduardo Rozane², William Natale³, Silvia Helena Modenese Gorla da Silva⁴, José Carlos Barbosa⁵, Marcelo Domingos Chamma Lopes⁶

(Recebido: 10 de abril de 2014; aceito: 03 de julho de 2014)

RESUMO: A análise foliar auxilia os programas de adubação com o intuito de obter maiores produtividades, no entanto, é imprescindível conhecer o número adequado da amostra. Objetivou-se, no trabalho, determinar em lavouras comerciais de café, submetidas a dois regimes hídricos, o número de plantas a serem amostradas e estimar o erro amostral para a diagnose do estado nutricional dessa cultura. O trabalho foi composto por dois estudos, onde foram realizadas amostragens de folhas, em lavoura de sequeiro e irrigado. Para ambos os estudos foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, que constaram da coleta de folhas em 5, 10, 20 e 40 plantas de cafeeiro por unidade amostral. Assim, para manter o erro amostral menor que 10% para os teores de macronutrientes, a amostragem de folhas de cinco amostras, compostas em 10 e 20 plantas por unidade amostral nos sistemas irrigado e sequeiro, respectivamente, é suficiente. Já para o teor de micronutrientes é necessária coleta de 20 plantas nos sistemas, exceto o Cu e Mn que necessitam de amostragem superior a cinco amostras, compostas de 40 plantas, no sistema de sequeiro.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, diagnose foliar, amostra foliar, nutrição de plantas.

SAMPLING OF PLANT IN COFFEE FOR EVALUATION OF NUTRITIONAL STATUS

ABSTRACT: The foliar fertilization assists programs in order to obtain higher yields, however, it is essential to know the ideal number of plants to be sampled. The study aimed to determine in commercial coffee plantations, subjected to two water regimes, the number of plants to be sampled and estimate the sample error for the diagnosis of nutritional status of that culture. The work consisted of two studies where samples of leaves were collected in rainfed and irrigated farming. For both studies the completely randomized design, with four treatments and five repetitions that consisted of leaf collection in 5, 10, 20 and 40 coffee plants per sampling unit was used. So to keep the sampling error below 10 % for the macronutrient, leaf sampling five composite samples at 10 and 20 plants per sampling unit under irrigated and rainfed conditions, respectively, is sufficient. As for the content of micronutrients collecting 20 plants in systems except Cu and Mn requiring higher sampling five composite samples of 40 plants in rainfed systems are needed.

Index Terms: *Coffea arabica*, leaf analysis, sample leaf, plant nutrition.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura competitiva recomenda, entre outras técnicas, o monitoramento das plantas por meio de análises foliares como instrumento de avaliação do estado nutricional da cultura (PARENT et al., 2013b).

Para Parent et al. (2013a, 2013b), a diagnose foliar mostra-se eficiente na avaliação do estado nutricional, com sensibilidade às variações de fornecimento de nutrientes, tendo como vantagem a relação direta com a produtividade, em plantas perenes. Um aspecto importante da análise foliar para as culturas perenes, é a possibilidade de monitoramento do estado nutricional da planta, fornecendo os teores foliares dos nutrientes em época hábil para realizar ajustes na adubação, caso algum nutriente esteja com teores considerados inadequados (SOUZA et al., 2013).

Damatto Júnior et al. (2011) enfatizam que a diagnose foliar é atualmente recomendada para aprimorar ajustes em programas de adubação, contribuindo para o fornecimento equilibrado dos nutrientes, a fim de obter produções economicamente viáveis (MELO et al., 2010).

Na cafeicultura, entretanto, persistem divergências na literatura entre autores, com relação ao número de folhas adequadas a serem coletadas por unidade amostral, para fins de diagnose do estado nutricional. Guimarães et al. (1999) indicam a coleta de 50 folhas por gleba, que devem ser amostradas em 25 plantas (1 par de cada lado do renque), o 3º ou 4º par de folhas a partir do ápice de ramos produtivos, em altura mediana na planta, no estágio de chumbinho; Raij (2011) indica a amostragem de 200 folhas (quatro folhas com pecíolo por planta), nos quatro pontos cardeais, sendo o 3º par a partir do ápice dos ramos, na altura média da planta.

^{1,3,5}Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/Unesp - Câmpus de Jaboticabal - Departamento de Solos e Adubos - Via de Acesso Paulo Donato Castelane, s/n - Km 5 - 14884-900 - Jaboticabal - SP - acocintra@bol.com.br, natale@fcav.unesp.br, jcarbosa@fcav.unesp.br

^{2,4,6}Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/Unesp - Câmpus de Registro - Rua Nelson Brihi Badur, nº 430 Vila Tupy - 11900-000 - Registro - SP - danilorozane@registro.unesp.br, silvia@registro.unesp.br, lopesmdc@registro.unesp.br

Tais divergências, aliadas à falta de informações sobre a variação do erro na estimativa da média amostral para a cultura do cafeeiro, é motivo de preocupação. Para o diagnóstico foliar em culturas como o eucalipto (LAMB, 1976), mangueira (ROZANE et al., 2007), goiabeira (ROZANE et al., 2009) e caramboleira (HERNANDES et al., 2011), propõem um erro na estimativa da média amostral aceitável entre 5% e 10%.

Objetivou-se, neste estudo, determinar para a cultura do café, cultivado sob dois sistemas (irrigado e sequeiro), o número de plantas por gleba a serem amostradas para fins de diagnose nutricional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em lavouras comerciais de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo IAC 379-19), com oito anos de plantio no sistema sequeiro e 12 anos no sistema irrigado, ambas plantadas no espaçamento convencional de 3,5 x 0,8 m, contendo 3.571 plantas por hectare. Essas lavouras representam amplamente a cafeicultura regional de Minas Gerais. A lavoura no sistema de sequeiro está instalada no município de Ibiraci e a lavoura irrigada, no município de Delfinópolis, distantes 26,5 km entre si, situadas na região Sul do estado de Minas Gerais.

O talhão avaliado em Ibiraci possui 1,4 hectares, está situado a 780 metros de altitude, possui clima do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, chuvoso com inverno seco, com índice pluviométrico médio de 1.700 milímetros. O talhão avaliado em Delfinópolis possui 2,0 hectares, equipado com sistema de irrigação por gotejo, com 4 emissores por planta de 2,3 l/h e manejado por tensiômetro, está situado a 700 metros de altitude, e o clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, chuvoso e

quente, com chuvas de verão e precipitação média anual superior a 1.600 milímetros.

Os solos dos talhões nos sistemas de cultivo sequeiro e irrigado avaliados foram caracterizados como Latossolo Vermelho Distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006). Para avaliar a fertilidade do solo, com o auxílio de uma sonda com 18 mm de diâmetro interno, foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade 20 subamostras, em zigue-zague e de maneira aleatória, sob a projeção da copa do cafeeiro, conforme recomendado por Raij, Cantarella e Quaggio (1997). Os resultados das análises químicas do solo dos talhões estão apresentados na Tabela 1.

Os talhões apresentavam-se homogêneos quanto aos tratamentos culturais e fitossanitários, não havendo a prática da fertilização foliar e apresentaram produtividades de 2.570 kg e 2.142 kg de café beneficiado na safra agrícola 2010/2011, para as lavouras de Ibiraci e Delfinópolis, respectivamente.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constaram da coleta do 3º par de folhas, a partir da ponta de ramos produtivos, terço médio, no estádio de “chumbinho” (67 dias após a antese da florada principal), em igual número em ambos os lados da linha do cafeeiro, seguindo a recomendação da época e da folha diagnóstica, indicada por Guimarães et al. (1999) para a cultura. As coletas foram realizadas nos sistemas de cultivo sequeiro e irrigado em dezembro de 2010. Foi realizada amostragem aleatória simples para cada um dos tratamentos (5, 10, 20 e 40 plantas) por talhão homogêneo, somando um total de 20, 40, 80 e 160 folhas, respectivamente, para cada unidade amostral.

TABELA 1 - Propriedades químicas do solo referentes à camada de 0-20cm, dos talhões de cafeeiros avaliados.

Talhão	pH	M.O.	P(resina)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	(CaCl ₂)	g/dm ³	mg/dm ³				mmol _c /dm ³			%
Sequeiro	5,3	32	27	2,5	33	7	34	42,5	76,5	56
Irigado	4,9	31	54	1,7	40	11	38	52,7	90,7	58
	Al	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
	mmol _c /dm ³			mg/dm ³						
Sequeiro	0	113	0,47	6,8	17	4,4	5,0			
Irigado	0	144	0,66	3,2	33	6,2	4,5			

O material após lavado e seco em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante foi moído em moinho tipo Willey, e determinados os teores de macronutrientes em g kg⁻¹ e micronutrientes em mg kg⁻¹, como descrito por Miyazawa et al. (2009).

Com base nos resultados dos teores dos nutrientes, para cada atributo foi calculada a média, a variância, o erro-padrão da média, o intervalo de confiança para a média e a porcentagem de erro na estimativa da média, através da semi-amplitude do intervalo de confiança (a um coeficiente de 95% de confiança), expresso em porcentagem da média, dado por:

$$\% \text{ Erro} = \frac{t \cdot s(\hat{m})}{\hat{m}} \cdot 100$$

onde:

t é o valor da distribuição t de Student, a 5% de probabilidade;

$s(\hat{m})$ é o erro padrão da média, e

\hat{m} é a estimativa da média amostral.

Os teores dos nutrientes obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1, referentes às amostras de solo, indicam que todos os atributos analisados são considerados como médios a altos para as culturas perenes, de acordo com a classificação proposta por Raij, Cantarella e Quaggio (1997).

Guimarães et al. (1999) indicam para a cultura do café, no Sul de Minas, as seguintes faixas de teores foliar consideradas adequadas: N = 28-32; P = 1,2-1,6; K = 21-30; Ca = 8-12; Mg = 2,9-5,1; S = 1,4-2,2 g kg⁻¹ e, ainda, B = 41-65; Cu = 14-26; Fe = 81-124; Mn = 89-182 e Zn = 6-24 mg kg⁻¹. Os teores foliares de N, Ca, Mg, B, Mn e Zn nos sistemas de cultivo avaliados estão dentro ou próximos aos limites inferiores e superiores da faixa proposta por Guimarães et al. (1999).

Observa-se nas Tabelas 2 e 3 que os teores foliares médios de P, Ca, S, B e Cu foram superiores nas plantas do sistema irrigado, porém, o B nos dois sistemas e o Ca no sistema de sequeiro estão dentro da faixa considerada adequada por Guimarães et al. (1999). O fato dos teores foliares médios no sistema irrigado serem superiores à faixa considerada adequada pode ser explicado pela maior concentração desses nutrientes no solo (Tabela 1).

Concentrações de S e Cu consideradas altas no solo, segundo Raij, Cantarella e Quaggio (1997) para culturas perenes, também explicariam os teores foliares acima do adequado para esses dois nutrientes.

Já os teores de N e Mg, nos dois sistemas, o Fe e o Zn, no sistema irrigado, encontram-se dentro da faixa considerada adequada por Guimarães et al. (1999), porém os teores de N e Mg não mostraram variações entre os dois sistemas. Dantas Neto et al. (2013) também observaram efeitos isolados de lâminas de água no teor foliar de N, em dois ciclos produtivos em goiabeiras. O que é condizente com o processo de absorção, por fluxo de massa do nitrogênio, assim, infere-se que o aumento da disponibilidade de água no solo pode ter promovido o aumento da disponibilidade do nitrogênio na faixa de solo explorada pelo sistema radicular do café, otimizando a absorção e translocação até as folhas.

Assim um incremento na aplicação de água para uma mesma adubação pode levar à maior absorção de nutrientes pelas plantas, resultando em maiores teores de nutrientes nessas (DANTAS NETO et al., 2013).

Nas Tabelas 2 e 3, na estimativa da média amostral para cada gleba, observa-se que os maiores erros foram detectados quando se coletavam um número menor de plantas por unidade amostral, diminuindo esse erro com o aumento do número de cafés amostrados. A mesma observação foi feita por Rozane et al. (2007, 2009) amostrando folhas de mangueiras e goiabeiras, respectivamente, bem como por Hernandez et al. (2011) para a cultura da carambola.

Para compor a amostra foliar, para fins de diagnose nutricional, Lamb (1976), trabalhando com a cultura do eucalipto, propõe um erro aceitável na estimativa da média amostral de 5% a 10%. Rozane et al. (2007, 2009), para a mangueira e goiabeira, respectivamente e Hernandez et al. (2011), para carambola, também preconizam o mesmo erro na estimativa da média amostral. Para o presente trabalho, admitindo-se um erro na estimativa da média nesse mesmo intervalo proposto, observa-se que a amostragem de cinco amostras compostas em 20 plantas de café seria suficiente para a análise dos macro e micronutrientes (Tabela 2 e 3) para as lavouras no sistema irrigado e sequeiro, com exceção ao Cu e Mn no sistema de sequeiro, assim, seria necessária a coleta de 400 folhas, ou seja, o dobro do indicado por Raij (2011).

TABELA 2 - Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral, para nutrientes em folhas de cafeeiros cultivar Mundo Novo (IAC 379-19), no sistema de sequeiro, em função do tamanho da amostra

Parâmetros*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5 Plantas											
\hat{m}	31,14	0,94	22,54	9,36	3,58	2,81	47,70	37,00	157,60	184,10	21,40
s^2	2,26	0,00	1,75	0,69	0,15	0,02	1,04	31,69	151,80	987,42	18,02
S	1,50	0,03	1,32	0,83	0,39	0,12	1,02	5,63	12,32	31,42	4,24
$s(\hat{m})$	0,67	0,01	0,59	0,37	0,17	0,05	0,46	2,52	5,51	14,05	1,90
LI	29,27	0,90	20,89	8,33	3,10	2,65	46,43	30,01	142,30	145,08	16,13
LS	33,00	0,98	24,18	10,39	4,07	2,96	48,97	43,99	172,90	223,12	26,67
E	5,99	4,07	7,29	11,04	13,55	5,42	2,65	18,89	9,71	21,19	24,63
CV	4,83	3,28	5,87	8,89	10,91	4,37	2,14	15,21	7,82	17,07	19,84
10 Plantas											
\hat{m}	31,47	0,94	22,14	9,46	3,79	2,79	44,64	36,26	156,60	183,70	21,60
s^2	0,96	0,00	1,27	0,25	0,03	0,01	0,84	18,03	68,80	463,10	0,95
S	0,98	0,03	1,13	0,50	0,19	0,12	0,92	4,25	8,29	21,52	0,97
$s(\hat{m})$	0,44	0,01	0,50	0,22	0,08	0,05	0,41	1,90	3,71	9,62	0,44
LI	30,25	0,91	20,74	8,84	3,56	2,64	43,50	30,99	146,30	156,98	20,39
LS	32,69	0,98	23,54	10,08	4,02	2,94	45,78	41,53	166,90	210,42	22,81
E	3,87	3,89	6,33	6,60	6,07	5,33	2,55	14,54	6,58	14,55	5,60
CV	3,12	3,13	5,10	5,32	4,89	4,29	2,05	11,71	5,30	11,71	4,51
20 Plantas											
\hat{m}	31,16	0,93	18,73	9,10	3,80	2,62	49,52	29,05	182,60	157,38	21,86
s^2	0,58	0,00	0,67	0,19	0,03	0,01	0,86	10,38	45,80	189,85	0,73
S	0,76	0,01	0,82	0,44	0,17	0,09	0,93	3,22	6,77	13,78	0,86
$s(\hat{m})$	0,34	0,01	0,37	0,19	0,08	0,04	0,41	1,44	3,03	6,16	0,38
LI	30,22	0,91	17,71	8,56	3,58	2,51	48,37	25,05	174,20	140,27	20,80
LS	32,11	0,94	19,75	9,64	4,01	2,73	50,67	33,05	191,00	174,49	22,92
E	3,04	1,53	5,42	5,95	5,70	4,29	2,32	13,77	4,60	10,87	4,86
CV	2,45	1,23	4,37	4,79	4,59	3,46	1,87	11,09	3,71	8,75	3,92
40 Plantas											
\hat{m}	31,14	0,90	17,42	8,92	3,56	2,45	49,26	29,22	180,40	176,92	21,90
s^2	0,56	0,00	0,47	0,17	0,02	0,00	0,64	8,74	38,30	207,28	0,47
S	0,75	0,01	0,69	0,41	0,13	0,06	0,80	2,96	6,19	14,40	0,69
$s(\hat{m})$	0,34	0,00	0,31	0,18	0,06	0,03	0,36	1,32	2,77	6,44	0,31
LI	30,20	0,89	16,57	8,41	3,39	2,38	48,27	25,55	172,72	159,04	21,04
LS	32,07	0,91	18,28	9,43	3,73	2,52	50,25	32,89	188,08	194,80	22,76
E	3,00	1,15	4,91	5,69	4,70	2,89	2,01	12,56	4,26	10,10	3,91
CV	2,41	0,93	3,95	4,58	3,78	2,32	1,62	10,12	3,43	8,14	3,15

* \hat{m} - estimativa da média amostral; s^2 - variância; s - desvio padrão; $s(\hat{m})$ - erro padrão da média; LI - limite inferior do intervalo de confiança para a média; LS - limite superior do intervalo de confiança para a média; E - porcentagem de erro na estimativa da média e CV - coeficiente de variação.

TABELA 3 - Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para nutrientes em folhas de cafeeiros cultivar Mundo Novo (IAC 379-19), no sistema irrigado, em função do tamanho da amostra.

Parâmetros*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5 Plantas											
\hat{m}	28,50	1,76	16,77	13,24	3,86	3,20	61,24	44,70	106,20	114,02	19,52
s^2	2,02	0,05	1,68	0,91	0,03	0,01	20,76	19,29	52,20	123,25	20,90
S	1,42	0,22	1,29	0,96	0,18	0,09	4,56	4,39	7,22	11,10	4,57
$s(\hat{m})$	0,64	0,10	0,58	0,43	0,08	0,04	2,04	1,96	3,23	4,96	2,04
LI	26,74	1,48	15,16	12,05	3,63	3,09	55,58	39,25	97,23	100,24	13,84
LS	30,27	2,03	18,38	14,43	4,08	3,31	66,90	50,15	115,17	127,80	25,20
E	6,20	15,56	9,58	8,96	5,86	3,38	9,24	12,20	8,45	12,09	29,08
CV	4,99	12,53	7,72	7,22	4,72	2,72	7,44	9,83	6,80	9,74	23,42
10 Plantas											
\hat{m}	29,96	1,69	15,97	13,22	3,45	3,18	58,96	49,44	111,80	124,36	14,64
s^2	0,66	0,02	1,45	0,22	0,02	0,00	16,39	10,75	39,70	79,16	1,56
S	0,81	0,12	1,20	0,47	0,15	0,07	4,05	3,28	6,30	8,90	1,25
$s(\hat{m})$	0,36	0,06	0,54	0,21	0,07	0,03	1,81	1,47	2,82	3,98	0,56
LI	28,95	1,54	14,47	12,64	3,26	3,10	53,93	45,37	103,98	113,31	13,09
LS	30,97	1,84	17,47	13,80	3,64	3,27	63,99	53,51	119,62	135,41	16,19
E	3,37	9,07	9,36	4,38	5,53	2,70	8,53	8,24	7,00	8,88	10,60
CV	2,71	7,31	7,54	3,52	4,46	2,17	6,87	6,63	5,64	7,15	8,54
20 Plantas											
\hat{m}	29,52	1,75	15,77	13,30	3,48	3,17	64,72	49,98	113,60	130,84	14,78
s^2	0,61	0,00	0,71	0,16	0,02	0,00	8,04	4,17	39,80	59,38	0,91
S	0,78	0,06	0,84	0,40	0,15	0,05	2,83	2,04	6,31	7,71	0,95
$s(\hat{m})$	0,35	0,03	0,38	0,18	0,07	0,02	1,27	0,91	2,82	3,45	0,43
LI	28,55	1,67	14,73	12,80	3,29	3,11	61,20	47,44	105,77	121,27	13,60
LS	30,49	1,82	16,82	13,80	3,67	3,23	68,24	52,52	121,43	140,41	15,96
E	3,28	4,46	6,61	3,73	5,39	1,87	5,44	5,07	6,90	7,31	8,00
CV	2,64	3,59	5,33	3,01	4,34	1,50	4,38	4,09	5,55	5,89	6,44
40 Plantas											
\hat{m}	31,16	1,80	16,45	12,72	3,39	3,12	59,96	50,84	124,60	130,32	14,34
s^2	0,24	0,00	0,56	0,07	0,02	0,00	4,90	3,78	32,80	58,17	0,39
S	0,49	0,05	0,75	0,26	0,13	0,04	2,21	1,94	5,73	7,63	0,62
$s(\hat{m})$	0,22	0,02	0,34	0,12	0,06	0,02	0,99	0,87	2,56	3,41	0,28
LI	30,55	1,73	15,52	12,40	3,23	3,07	57,21	48,43	117,49	120,85	13,56
LS	31,77	1,86	17,38	13,04	3,55	3,17	62,71	53,25	131,71	139,79	15,11
E	1,94	3,63	5,66	2,53	4,65	1,65	4,59	4,75	5,71	7,27	5,40
CV	1,56	2,93	4,56	2,03	3,75	1,33	3,69	3,82	4,60	5,85	4,35

* \hat{m} - estimativa da média amostral; s^2 - variância; s - desvio padrão; $s(\hat{m})$ - erro padrão da média; LI - limite inferior do intervalo de confiança para a média; LS - limite superior do intervalo de confiança para a média; E - porcentagem de erro na estimativa da média e CV - coeficiente de variação.

Porém, se o Cu e Mn forem considerados para o sistema de sequeiro, deveriam ser coletadas mais que cinco amostras compostas em 40 plantas, para manter o erro na estimativa da média amostral menor que 10%.

Em florestas de eucalipto, para analisar os macronutrientes (N, P, K e Mg), com um erro amostral aceitável entre 5 e 10%, Lamb (1976) recomenda amostrar no mínimo 11 plantas, e se considerar o Ca, seria necessário amostrar 22 plantas. Para os micronutrientes, o mesmo autor recomenda um número ainda maior, 37 plantas.

Maiores erros amostrais foram observados quando se coletaram folhas em menor número de plantas e, para os micronutrientes, a mesma observação pode ser feita para o coeficiente de variação (Tabelas 2 e 3), o que corrobora com os resultados de Hernandez et al. (2011), Lamb (1976) e Rozane et al. (2007, 2009).

Admitindo-se o erro amostral menor que 10%, a amostragem de cinco amostras compostas de 10 plantas por unidade amostral no sistema de sequeiro seria suficiente para as determinações dos macro e micronutrientes, exceto para o Cu e Mn (Tabela 2), porém a média desse tratamento não diferiu dos demais somente para os macronutrientes N, P, Ca e Mg, e o micronutriente Zn. Entretanto, para abranger todos os macro e micronutrientes, exceto o Cu e Mn, a amostragem de cinco amostras compostas em 20 plantas por unidade amostral é suficiente, pois esse tratamento não diferiu da amostragem de folhas em 40 plantas (Tabela 4).

Para o sistema irrigado, também considerando o erro amostral menor que 10%, a amostragem de cinco amostras compostas em 10 plantas por unidade amostral é suficiente para as determinações dos macro e micronutrientes, exceto o Zn (Tabela 3).

Entretanto, para o Zn, a amostragem de folhas em cinco amostras compostas de 10 plantas não diferiu dos tratamentos que amostravam 20 e 40 plantas. Para a determinação do micronutriente Fe, a amostragem de folhas em 10 plantas mantém o erro amostral abaixo de 10%, porém esse tratamento difere das amostragens de folhas em 20 e 40 plantas, mostrando ser necessário para esse micronutriente amostrar cinco amostras compostas de 20 plantas por unidade amostral (Tabela 5).

Para a determinação dos macro e micronutrientes nas lavouras de cafeeiros amostradas, a amostragem de folhas, em cinco amostras compostas em 20 plantas, nos sistemas irrigado e sequeiro proporciona um erro na estimativa da média amostral menor que 10%, não diferindo do tratamento onde se amostravam mais plantas (40 plantas). Isso pode ser explicado pela pequena variação entre os teores foliares de nutrientes nesses dois sistemas. Dados semelhantes foram obtidos por Martinez et al. (2003) quando amostraram, como recomenda Guimarães et al. (1999), várias lavouras de café com produtividades variadas, no Sul de Minas Gerais, e concluíram que os teores foliares dos nutrientes, nos anos de alta e baixa produtividade são semelhantes, corroborando com os resultados de Valarini, Bataglia e Fazuoli (2005), que, avaliando a remobilização de macronutrientes de folhas para frutos em cultivares de café arábica, de porte baixo, não encontraram relação entre os teores de nutrientes e a produtividade. Amaral et al. (2011) explicam que a variação do teor foliar está relacionado à taxa de crescimento, o que evidencia a influência do efeito concentração/diluição com a relação teor de nutrientes e produtividade.

TABELA 4 - Teores foliares de macro e micronutrientes, em função do número de plantas amostradas por talhão, em lavoura adulta de cafeeiros cultivar Mundo Novo (IAC 379-19), no sistema de sequeiro.

Número plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5	31,14	0,94a	22,54a	9,36	3,58	2,81a	47,70b	37,00a	157,61b	184,10	21,40
10	31,47	0,94a	22,14a	9,46	3,79	2,79ab	44,64c	36,26ab	156,60b	183,70	21,60
20	31,16	0,93ab	18,73b	9,10	3,80	2,62bc	49,52a	29,05b	182,60 ^a	157,38	21,86
40	31,14	0,90b	17,42b	8,92	3,56	2,45c	49,26ab	29,22b	180,40 ^a	176,92	21,90
Teste F	0,123 ^{ns}	3,363 [*]	30,534 ^{**}	0,927 ^{ns}	1,388 ^{ns}	13,895 ^{**}	29,813 ^{**}	5,143 [*]	13,090 ^{**}	1,701 ^{ns}	0,055 ^{ns}
DMS	1,89	0,04	1,85	1,03	0,44	0,18	1,66	7,74	15,80	38,90	4,06
CV (%)	3,35	2,4	5,1	6,2	6,6	3,8	1,9	13,0	5,2	12,2	10,4

^{ns}: * e ** Não significativo, significativo a 5% e a 1% respectivamente pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 5 - Teores foliares de macro e micronutrientes, em função do número de plantas amostradas por talhão, em lavoura adulta de cafeeiros cultivar Mundo Novo (IAC 379-19), no sistema irrigado.

Número plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5	28,50b	1,76	16,77	13,24	3,86 a	3,20	61,24	44,70b	106,20b	114,02b	19,52a
10	29,96ab	1,69	15,97	13,22	3,45b	3,18	58,96	49,44ab	111,80b	124,36 ab	14,64b
20	29,52ab	1,75	15,77	13,30	3,48b	3,17	64,72	49,98ab	113,60ab	130,84a	14,78b
40	31,16a	1,80	16,45	12,72	3,39b	3,12	59,96	50,84a	124,60a	130,32a	14,34b
Teste F	6,862 ^{**}	0,562 ^{ns}	0,935 ^{ns}	1,065 ^{ns}	9,313 ^{**}	1,474 ^{ns}	2,521 ^{ns}	3,993 [*]	7,221 ^{**}	3,820 [*]	5,154 [*]
DMS	1,70	0,24	1,90	1,05	0,28	0,12	6,41	5,58	11,61	16,19	4,41
CV (%)	3,2	7,6	6,5	4,4	4,4	2,0	5,8	6,3	5,6	7,2	15,4

^{ns}: * e ** Não significativo, significativo a 5% e a 1% respectivamente pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Para manter o erro amostral menor que 10% para os teores de macronutrientes, a amostragem de folhas de cinco amostras compostas em 10 e 20 plantas, por unidade amostral, nos sistemas irrigado e sequeiro respectivamente, é suficiente.

Para o teor de micronutrientes, considerando-se o erro amostral menor que 10%, é necessária a coleta de 20 plantas nos sistemas; exceto para o Cu e Mn, que necessitam de amostragem superior a cinco amostras compostas de 40 plantas, no sistema de sequeiro.

5 REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. T. do et al. Produtividade e eficiência de uso de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 65-74, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/viewFile/186/pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- DAMATTO JÚNIOR, E. R. et al. Alterações nos teores nutricionais foliares de bananeira 'prata-anã' adubada com composto orgânico em cinco ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 692-698, out. 2011. Volume especial. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452011000500097&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- DANTAS NETO, J. et al. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 962-968, set. 2013. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n09/v17n09a08.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. v. 1, p. 289-302.
- HERNANDES, A. et al. Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 657-663, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n3/a22v70n3.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and Soil**, The Hague, v. 45, n. 4, p. 477-492, Oct. 1976. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00011708>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n6/18219.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- MELO, A. S. de et al. Crescimento, produção de biomassa e eficiência fotossintética da bananeira sob fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 417-426, jul./set. 2010. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/489/460>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- MIYAZAWA, M. et al. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 2009. v. 1, p. 191-233.
- PARENT, S. E. et al. Plant ionome diagnosis using sound balances: case study with mango (*Mangifera Indica*). **Frontiers in Plant Science**, Lund, v. 4, p. 1-12, Nov. 2013a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3824108/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- _____. The plant ionome revisited by the nutrient balance concept. **Frontiers in Plant Science**, Lund, v. 4, p. 1-10, Mar. 2013a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3605521/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Estimulantes**. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1997. p. 93-95.

ROZANE, D. E. et al. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 371-376, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000200035&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 mar. 2013.

ROZANE, D. E. et al. Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 233-239, maio/jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662009000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 mar. 2013.

SOUZA, H. A. et al. Normas preliminares DRIS e faixas de suficiência para goiabeira 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, p. 282-291, mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452013000100033>. Acesso em: 10 mar. 2013.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 661-672, out./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v64n4/a16v64n4.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.