

PRIMEIRA APROXIMAÇÃO PARA SOLO CULTIVADO COM CAFEIRO CONILON NA REGIÃO ATLÂNTICA DA BAHIA

André Cayô Cavalcanti¹, Marcos Góes de Oliveira², André Monzoli Covre³, Ivoney Gontijo⁴, Heder Braun⁵, Fábio Luiz Partelli⁶

(Recebido: 16 de agosto de 2016; aceito: 24 de outubro de 2016)

RESUMO: O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), apesar de ser comumente utilizado na interpretação de análises foliares, pode ser empregado em análise química de solo, existindo potencial do uso da metodologia em solos cultivados com cafeeiros. Objetivou-se estabelecer faixas de suficiência e normas DRIS para solos cultivados com cafeeiro conilon na região Atlântica do Estado da Bahia. Coletaram-se 24 amostras de solo em 2012 e 2013, na profundidade de 0-20 cm, sendo quantificados os teores de matéria orgânica, Ca, Mg, K, P, S, Zn, B, Cu, Fe, Mn, saturação de bases e capacidade de troca catiônica a pH 7. Estabeleceram-se normas DRIS e faixas de suficiência para os nutrientes do solo, a partir de lavouras com produtividade, igual e superior a 100 sacas beneficiadas ha⁻¹ de café conilon, sendo aplicáveis na recomendação de adubação da cultura na região. A maioria dos parâmetros estabelecidos apresentou discrepância em relação ao referencial teórico que se tem atualmente para o café conilon. Os resultados sugerem o desenvolvimento de normas regionais e específicas para a aplicação do método DRIS e faixas de suficiência no solo, para lavouras de café conilon.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, normas regionais, análise de solo, normas DRIS, faixa de suficiência.

FIRST APPROACH FOR SOIL TO CONILON COFFEE IN THE ATLANTIC REGION OF BAHIA

ABSTRACT: The Integrated Diagnosis and Recommendation (DRIS), although commonly used in the interpretation of leaf analysis has also been employed in chemical analysis of soil, as there is potential for the use of the methodology also in soil and coffee. This study aimed to establish DRIS sufficiency ranges and standards for soils under conilon coffee in the Atlantic region of Bahia State. Forty eight samples of soil were collected in two years at a depth of 0-20 cm. Amounts of organic matter, Ca, Mg, K, P, S, Zn, Cu, Fe, Mn, bases and saturation capacity cation exchange at pH 7 were quantified. It managed to establish DRIS and soil sufficiency ranges from crops to productivity, equal and more than 100 ha⁻¹ bags of coffee conilon, which are applicable in the fertilizer recommendation of this culture in the region. Most parameters set presented discrepancy in relation to the theoretical framework that currently has to conilon coffee. The results suggest the development of regional and specific rules for the application of DRIS and band of sufficiency on the ground to conilon coffee plantations.

Index terms: *Coffea canephora*, regional norms, soil analysis, DRIS norms; sufficiency ranges.

1INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* spp. compreende pelo menos 124 espécies (DAVIS et al., 2011), das quais *C. arabica* L. (café Arábica) e *C. canephora* Pierre ex A. Froehner (café conilon e/ou robusta) são as principais espécies cultivadas no mundo (DAVIS et al., 2012; VIDAL et al., 2010). Na safra 2015/2016 a produção mundial de café foi de 143,4 milhões de sacas, das quais 58,9 milhões de sacas oriundas de café conilon (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2016). No Brasil, a produção na safra 2015/2016, foi de 13,0 milhões de sacas beneficiadas. Essa produção representa 22,7 % do total de café conilon produzido no mundo e caracteriza-o como o segundo maior produtor mundial desta espécie. Ainda no Brasil, destacam-se os estados do

Espírito Santo, Rondônia e Bahia como os maiores produtores nacionais (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2013).

A produtividade em lavouras de café conilon passou de 20 sacas por hectare para cerca de 150 sacas por hectare nos últimos anos, principalmente devido ao emprego de tecnologias, com destaque para o uso adequado do manejo do solo e práticas culturais favoráveis, destacando-se as podas, densidade de plantio, irrigação, seleção de genótipos produtivos e mecanização, todas somadas às condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento, frutificação e maturação do cafeeiro (PARTELLI et al., 2014; PARTELLI; VIEIRA; MARTINS, 2006).

Para o manejo químico do solo, a correção e a prática da adubação são fundamentais.

^{1,2,3,4,6}Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Centro Universitário Norte do Espírito Santo/CEUNES - Rodovia BR 101 Norte, Km 60 Bairro Litorâneo - 29.932-540 - São Mateus - ES - andrecavalcanti40@yahoo.com.br, mgoesoliveira@hotmail.com, andre-covre@hotmail.com, ivoney.gontijo@ufes.br, partelli@yahoo.com.br

⁵Universidade Estadual do Maranhão/UEMA - Cidade Universitária Paulo VI, S/N - Bairro Tirirical - 65.054-970 - São Luís MA hederbraun@gmail.com

Entretanto, interpretar a análise química de solo é importante para determinar fontes, quantidades e o momento mais adequado para a aplicação de corretivos e fertilizantes pelo produtor. Para isso, é necessário calibrar o teor do elemento presente no solo, com as características das plantas cultivadas em campo tais como: índice de crescimento, teor do nutriente e, ou rendimento da cultura (PARTELLI et al., 2014).

Segundo Dow e Roberts (1982), as faixas de suficiência constituem o método mais aprimorado de interpretação de análise de solo e folha, uma vez que considera uma faixa de concentração abaixo da qual a taxa de crescimento, ou a produção, diminuem. De acordo com Beaufls e Sumner (1976), o conceito de balanço dos nutrientes preconizado no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para análise foliar também pode ser utilizado para o solo, aumentando as opções de interpretação da fertilidade deste componente.

As técnicas de faixa de interpretação e de DRIS, apesar de serem comumente utilizadas para interpretações de análises foliares, têm sido empregadas em análises de fertilidade do solo em milho (ROCHA et al., 2007), laranja (SANTANA et al., 2008), algodão (MORAIS et al., 2009), feijão (PAIVA JÚNIOR, 2011) e cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2012).

O DRIS é um método que se baseia na obtenção de índices para cada nutriente, os quais são calculados normalmente por funções que expressam as razões das concentrações de cada elemento com os demais (BALDOCK; SCHULTE, 1996). A relação entre os nutrientes é chamada de normas DRIS e permite identificar carências, e excesso dos nutrientes nos tecidos vegetais e no solo, por ordem de importância (WALWORTH; SUMMER, 1987).

Por outro lado, o sucesso desse método de padrão nutricional a ser estabelecido deve ser específico para cada região, podendo ser influenciado pelo estágio fenológico da cultura (PARTELLI et al., 2007, 2014). A obtenção de padrões regionais pode contribuir para o uso racional de insumos, melhorar o equilíbrio nutricional das plantas e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das lavouras e, ainda, reduzir os custos de produção dessa cultura (DIAS et al., 2010; PARTELLI et al., 2007; SANTANA et al., 2008).

São escassos os estudos para o diagnóstico dos nutrientes no solo que limitam a produtividade

de café conilon na região sul do estado da Bahia com o uso de normas DRIS e faixas de suficiência. Neste sentido, objetivou-se estabelecer faixas de suficiência e normas DRIS adequadas para o diagnóstico dos nutrientes no solo que limitam a produtividade das lavouras de café conilon na região Atlântica do estado da Bahia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavouras comerciais de café conilon (*C. canephora*) localizadas na região sul do Estado da Bahia, região do Atlântico. Conforme a classificação de Köppen, o clima dessa região é Aw, tropical com estação seca no inverno e verão chuvoso (ALVARESet al., 2014). As faixas e normas DRIS foram criadas após monitorar 24 lavouras nos municípios de Itamaraju, Itabela, Eunápolis, Porto Seguro e Teixeira de Freitas, com produtividade igual ou superior a 100 sacas por hectare, considerando a média de duas safras. Essas propriedades possuíam de 2.500 plantas a 4.000 plantas por hectare e foram, manejadas com irrigação, adubações e calagem. Foi realizado o controle fitossanitário durante todo o desenvolvimento da cultura. Os produtos utilizados para controle de pragas, doenças e plantas infestantes são os registrados para a cultura e foram aplicados nas doses recomendadas.

As amostragens do solo foram coletadas no final de maio e início de junho em 2012 e 2013. Em cada ano agrícola foram retiradas 12 amostras simples por lavoura, na profundidade de 0-20 cm para compor amostras compostas. Foram obtidas 48 amostras totais composta de solo, das quais foram quantificados os teores de matéria orgânica, Ca, Mg, K, P, S, Zn, B, Cu, Fe, Mn, a saturação de bases e capacidade de troca catiônica a pH 7, conforme metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013).

Posteriormente, elaborou-se um banco de dados para, obter os valores de referência para o DRIS, constituído pela média e pelo desvio-padrão das relações bivariadas, obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os dados avaliados (BEAUFILS; SUMNER, 1976; JONES, 1981). Utilizaram-se os valores-padrão definidos pela amplitude do intervalo determinado pela média \pm desvio-padrão na análise da amostra de solo de cada característica no conjunto de lavouras da população de alta produtividade, para o método de faixa de suficiência (FS), conforme esta descrito em Partelliet al. (2007, 2014) e Partelli, Vieira e Martins (2006).

Informações sobre DRIS e FS oriundos de lavouras de café conilon no Estado da Bahia ainda são escassos. Deste modo fez-se necessário utilizar para efeito de comparação, trabalhos originados de lavouras de café conilon do Espírito Santo (Tabela 1). Além disto, existem proximidades geográficas entre os dois Estados, principalmente no que tange ao Norte do Espírito Santo, que é referência nacional na produção de conilon.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões, expressos pela razão entre dois nutrientes, das suas características químicas obtidas no solo das 24 lavouras fornecem suporte para fazer o diagnóstico da fertilidade do solo por meio do DRIS de cafeeiro conilon no Atlântico sul do Estado da Bahia (Tabela 2).

Os coeficientes de variação obtidos para as relações entre os nutrientes no solo encontram-se na Tabela 2. De acordo com Walworth e Sumner (1987) relações com coeficiente de variação acima de 50% atribuem menor peso ao cálculo dos índices DRIS, pelo fato das funções reduzidas serem ponderadas pelos respectivos coeficientes de variação.

Beaufils e Sumner (1976) concluíram que a técnica do balanço dos nutrientes é aplicada tanto para solo quanto para a planta, o que aumenta o campo de atuação do DRIS. Resultados satisfatórios têm sido obtidos com o emprego do DRIS no solo, como atestam Gonçalves (2012), Morais et al. (2009), Partelli, Vieira e Martins (2006), Rocha et al. (2007) e Santana et al. (2008).

Nas plantas, os nutrientes são analisados quanto aos teores totais e representam as concentrações e proporções de nutrientes que desempenham determinadas funções metabólicas. Os resultados de análise de solo, ao contrário, são teores que fornecem referências da resposta da planta à adubação. Para o P, as dificuldades são ainda maiores. O P extraído pelo Mehlich I constitui-se em proporção de fósforo disponível, e não a quantidade total de nutriente que é passível de absorção pelas raízes (LEANDRO; CUNHA, 2003). O uso do DRIS no solo assume importância no manejo da adubação, pois é mais fácil alterar concentrações de nutrientes no solo, mediante a calagem ou adubação, do que alterar as concentrações foliares (DIAS et al., 2010; PARTELLI et al., 2007; SANTANA et al., 2008).

As faixas de suficiência estabelecidas para solo (Tabela 3) podem ser utilizadas para efetuar diagnóstico da fertilidade em lavouras de cafeeiro

conilon no Atlântico sul do Estado da Bahia, pois foram estabelecidas com base em lavouras representativas da região com altas produtividades, igual ou superior a 100 sacas por hectare.

A concentração média de matéria orgânica (Tabela 3) foi classificada como adequada (Tabela 1), baseada no trabalho de Bragança, Lani e Muner (2001). O cultivo de espécies perenes, entre elas o café conilon, geralmente favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo, em função de diversos fatores, tais como menor revolvimento da camada arável, maior entrada de biomassa vegetal através de podas, quedas de folhas, galhos, ramos e frutos e maior proteção do solo contra erosão (PARTELLI; VIEIRA; MARTINS, 2006).

Costa Júnior et al. (2012) afirmam ser mais importante a estabilidade da MO no solo do que sua quantidade propriamente dita. À medida que a adubação orgânica se consolida o balanço imobilização/mineralização tende respectivamente para o segundo, suportando assim maiores produções e fornecendo nutrientes mais estáveis às plantas.

Nos ambientes tropicais, a maior parte da matéria orgânica do solo é formada por substâncias húmicas (SH), estas são produtos da transformação biológica dos resíduos orgânicos até formas estabilizadas de compostos relativamente refratários à decomposição biológica. De acordo com a sua solubilidade, as SH podem ser classificadas em ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e huminas (H) (ZECH et al., 1997). A distribuição relativa das frações humificadas podem ser utilizadas como indicadores de qualidade da matéria orgânica (PARTELLI et al., 2009).

Para o teor médio de P no solo (Tabela 3), a Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007) o classifica como alto (Tabela 1). Nos últimos anos, houve aumento da utilização de fosfatos naturais na adubação de cafeeiros (AMARAL et al., 2011; OLADIRAN et al., 2012; PARTELLI et al., 2009). Sabe-se que a disponibilidade de fósforo é indispensável para que a planta desenvolva seu ciclo. A nutrição fosfatada no estágio inicial proporciona uma marcante resposta das plantas. Esta resposta pode estar relacionada ao papel do P na síntese de proteínas, por constituir nucleoproteínas necessárias à divisão celular, atuar no processo de absorção iônica, além de ter grande importância sobre o desenvolvimento do sistema radicular e na síntese de ATP, fornecendo assim, energia para o transporte de assimilados, armazenamento e transferência de energia, aumento das células e na transferência de informações genéticas.

TABELA 1 - Classes de interpretação dos atributos químicos do solo segundo classificação proposta por Bragança, Lani e Muner(2001) e Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007).

Variável	Classes de Interpretação				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Adequada	Alta
MO (dagdm ⁻³) ¹	-	<2,0	-	2,1-3,0	>3,0
P (mg dm ⁻³) ²	-	<10,0	10-15	15,1-20,0	>20,0
K (mg dm ⁻³) ²	-	<60	60-120	120,1-200	>200,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<3,0	3,0-4,0	-	>4,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<0,8	0,8-1,0	-	>1,0
S (mg dm ⁻³) ¹	-	<15,0	15,1-30	-	>30,0
B (mg dm ⁻³) ²	-	<0,2	0,2-0,6	-	>0,6
Cu (mg dm ⁻³) ²	-	<0,5	0,5-1,0	-	>1,0
Fe (mg dm ⁻³) ¹	-	<100	100-200	-	>200
Mn (mg dm ⁻³) ²	-	<5,0	5,0-15,0	-	>15,0
Zn (mg dm ⁻³) ²	-	<2,0	2,0-6,0	-	>6,0
V % ¹	0-25	26-50	51-59	60-90	>90,0
T (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<5,0	-	5-15	>15,0

¹Bragança, Lani e Muner (2001); ²Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007).

TABELA 2 - Valores médios da relação entre os teores de nutrientes obtidos no solo, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) do solo das lavouras de caféiro conilon no Atlântico sul do Estado da Bahia.

Relações	Média	Desvio Padrão	CV(%)	Relações	Média	Desvio Padrão	CV(%)
MO/P	0,0917	0,0476	51,93	Cu/MO	0,9901	0,6375	64,39
MO/K	0,0284	0,0092	32,55	Cu/P	0,0979	0,0962	98,25
MO/Ca	1,1198	0,4593	41,02	Cu/K	0,0276	0,0176	98,25
MO/Mg	3,3711	1,8237	54,10	Cu/Ca	1,0489	0,7135	68,02
MO/S	0,2010	0,1039	51,71	Cu/Mg	3,3488	2,7373	81,74
MO/B	4,1698	2,5863	62,03	Cu/S	0,1927	0,1495	77,58
MO/Cu	1,4801	1,1177	75,51	Cu/B	4,0563	4,1299	101,8
MO/Fe	0,0199	0,0277	139,0	Cu/Fe	0,0200	0,0265	132,3
MO/Mn	0,1020	0,0942	92,44	Cu/Mn	0,0827	0,0680	82,24
MO/Zn	0,5234	0,3063	58,51	Cu/Zn	0,4222	0,2430	57,56
MO/V	0,0376	0,0144	38,35	Cu/V	0,0348	0,0210	60,37
MO/T	0,3943	0,1007	25,53	Cu/T	0,3856	0,2690	69,76
P/MO	14,345	7,6651	53,46	Fe/MO	90,441	51,707	57,17
P/K	0,4001	0,2254	56,34	Fe/P	8,1088	6,5762	81,10
P/Ca	15,423	9,4326	61,16	Fe/K	2,4441	1,4814	60,61
P/Mg	46,757	33,608	71,88	Fe/Ca	94,765	69,030	72,84
P/S	2,6410	1,6869	63,87	Fe/Mg	269,59	205,61	76,27
P/B	62,680	54,421	86,82	Fe/S	18,148	15,849	87,33
P/Cu	25,214	36,094	143,1	Fe/B	386,27	311,72	80,70

P/Fe	0,2518	0,2773	110,1	Fe/Cu	141,77	145,22	102,4
P/Mn	1,4374	1,5073	104,8	Fe/Mn	11,133	14,647	131,5
P/Zn	7,4941	6,9139	92,26	Fe/Zn	48,902	46,275	94,63
P/V	0,5358	0,3461	64,60	Fe/V	3,1018	1,7986	57,98
P/T	5,5620	3,0986	55,71	Fe/T	34,045	18,710	54,96
K/MO	39,369	14,299	36,32	Mn/MO	21,507	17,882	83,15
K/P	3,6915	2,9338	79,47	Mn/P	2,0545	2,3011	112,0
K/Ca	43,074	22,243	51,64	Mn/K	0,5941	0,5219	87,84
K/Mg	126,39	66,641	52,73	Mn/Ca	23,555	21,340	90,60
K/S	7,5481	4,1757	55,32	Mn/Mg	74,601	78,117	104,7
K/B	165,88	124,19	74,87	Mn/S	4,2621	4,1925	98,37
K/Cu	60,255	57,824	95,97	Mn/B	93,263	135,18	144,9
K/Fe	0,6838	0,6299	92,12	Mn/Cu	28,179	31,343	111,2
K/Mn	3,8711	3,9490	102,0	Mn/Fe	0,6138	1,2123	197,5
K/Zn	20,232	14,502	71,68	Mn/Zn	10,022	9,7452	97,24
K/V	1,4273	0,6337	44,39	Mn/V	0,7947	0,7129	89,71
K/T	14,839	4,4995	30,32	Mn/T	7,9969	6,3918	79,93
Ca/MO	1,0788	0,5231	48,49	Zn/MO	2,8196	2,0368	72,24
Ca/P	0,0947	0,0599	63,31	Zn/P	0,2567	0,2446	95,27
Ca/K	0,0298	0,0158	52,95	Zn/K	0,0764	0,0530	69,39
Ca/Mg	3,0496	1,0654	34,93	Zn/Ca	2,6970	1,5600	57,84
Ca/S	0,1957	0,1051	53,71	Zn/Mg	8,0314	4,7290	58,88
Ca/B	5,2276	5,4729	104,6	Zn/S	0,5046	0,3874	76,77
Ca/Cu	1,5017	1,1753	78,26	Zn/B	13,814	21,020	152,1
Ca/Fe	0,0183	0,0190	104,1	Zn/Cu	3,2613	1,9380	59,42
Ca/Mn	0,1031	0,0954	92,51	Zn/Fe	0,0536	0,0752	140,2
Ca/Zn	0,4820	0,2322	48,17	Zn/Mn	0,2293	0,1856	80,94
Ca/V	0,0346	0,0064	18,41	Zn/V	0,0907	0,0474	52,27
Ca/T	0,3877	0,1086	28,01	Zn/T	1,0246	0,6290	61,39
Mg/MO	0,3878	0,2005	51,69	V/MO	31,308	14,815	47,32
Mg/P	0,0344	0,0238	69,27	V/P	2,8376	1,8809	66,29
Mg/K	0,0108	0,0068	62,86	V/K	0,8533	0,4012	47,02
Mg/Ca	0,3704	0,1347	36,38	V/Ca	29,919	6,0261	20,14
Mg/S	0,0757	0,0590	77,88	V/Mg	88,594	28,590	32,27
Mg/B	1,8134	1,7246	95,10	V/S	5,8690	3,3894	57,73
Mg/Cu	0,5796	0,5178	89,34	V/B	148,30	151,73	102,3
Mg/Fe	0,0061	0,0052	86,05	V/Cu	42,935	30,386	70,77
Mg/Mn	0,0394	0,0440	111,4	V/Fe	0,5242	0,5182	98,87
Mg/Zn	0,1783	0,1117	62,64	V/Mn	3,0392	2,8621	94,17
Mg/V	0,0124	0,0038	30,79	V/Zn	14,091	6,6622	47,28
Mg/T	0,1419	0,0603	42,48	V/T	11,325	3,0069	26,55

S/MO	6,6385	4,6593	70,19	T/MO	2,7274	0,8075	29,61
S/P	0,5595	0,4585	81,94	T/P	0,2470	0,1456	58,92
S/K	0,1758	0,0981	55,77	T/K	0,0743	0,0251	33,82
S/Ca	6,5441	3,1746	48,51	T/Ca	2,8180	0,9263	32,87
S/Mg	20,519	13,060	63,65	T/Mg	8,5215	4,0296	47,29
S/B	30,507	35,142	115,1	T/S	0,5114	0,2395	46,85
S/Cu	9,7997	11,484	117,1	T/B	12,227	9,9160	81,10
S/Fe	0,1103	0,1011	91,70	T/Cu	4,0479	3,5917	88,73
S/Mn	0,6183	0,5853	94,66	T/Fe	0,0507	0,0619	122,0
S/Zn	3,0046	2,1618	71,00	T/Mn	0,2635	0,2486	94,36
S/V	0,2273	0,1192	52,43	T/Zn	1,3357	0,7630	57,13
S/T	2,3784	1,0698	44,98	T/V	0,0952	0,0276	29,01
B/MO	0,3169	0,1456	45,95	B/Cu	0,4404	0,3424	77,75
B/P	0,0311	0,0261	83,85	B/Fe	0,0071	0,0128	180,3
B/K	0,0091	0,0053	58,89	B/Mn	0,0311	0,0303	97,47
B/Ca	0,3847	0,2596	67,47	B/Zn	0,1715	0,1360	79,29
B/Mg	1,1726	0,9709	82,79	B/V	0,0128	0,0086	67,31
B/S	0,0678	0,0545	80,40	B/T	0,1307	0,0733	56,04

TABELA 3 - Concentração média dos nutrientes, desvio padrão (DP), faixa de suficiência (FS) e coeficiente de variação (CV) das lavouras de cafeeiro conilon no Atlântico sul do Estado da Bahia.

Nutrientes	Concentração	DP	Faixa de Suficiência	CV (%)
MO(dagdm ⁻³)	2,12	0,54	1,58 - 2,66	25,57
P (mg dm ⁻³)	30,73	18,34	12,39 - 49,07	59,81
K (mg dm ⁻³)	80,48	28,58	51,90 - 109,06	35,51
Ca (cmol _c dm ³)	2,09	0,66	1,43 - 2,75	31,57
Mg (cmol _c dm ³)	0,76	0,32	0,44 - 1,08	41,74
S (mg dm ⁻³)	12,94	6,06	6,88 - 19,00	46,82
B (mg dm ⁻³)	0,69	0,36	0,33 - 1,05	52,60
Cu (mg dm ⁻³)	1,99	1,14	0,85 - 3,13	57,54
Fe (mg dm ⁻³)	184,25	101,91	82,34 - 286,16	55,31
Mn (mg dm ⁻³)	42,31	32,70	9,61 - 75,01	77,28
Zn (mg dm ⁻³)	5,38	2,99	2,39 - 8,37	55,60
Sat. Bases (%)	60,05	12,88	47,17 - 72,93	21,44
T (cmol _c dm ³)	5,41	0,71	4,7 - 6,12	13,12

Porém, esse nutriente nem sempre está disponível à planta, uma vez que os teores no solo são relativamente baixos, pois sua fixação na maioria dos solos é elevada, principalmente em solos ricos em sesquióxidos de ferro e/ou de alumínio e ácidos (OLADIRAN et al., 2012), como é o caso de boa parte dos solos brasileiros.

O método Mehlich, utilizado pela grande maioria dos laboratórios de análises de solos, é composto por solução diluída de ácidos fortes, cuja reação com o fosfato natural é intensa, podendo superestimar a quantidade de P disponível (GATIBONI; KAMINSKI; SANTOS, 2005).

Segundo trabalho de Schlindwein e Gianello (2008) envolvendo calibração de extratores para avaliação dos teores de fósforo no solo, o teor apresentado deste nutriente no presente trabalho deve estar em categoria abaixo da classificada ou simplesmente aquém das necessidades reais das plantas. Metodologias interativas de análise nutricional envolvendo avaliação da fertilidade do solo e DRIS poderiam contribuir nesse caso, uma vez que estas possuem grande capacidade de diagnosticar desbalanços sutis de nutrientes. A calibração de outros extratores também deve ser considerada, principalmente, se apresentarem maiores coeficientes de correlação entre teores disponíveis no solo, concentração foliar e produtividade.

A concentração de K (Tabela 3) foi enquadrada como média (Tabela 1) pela Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007). Para K, vale ressaltar a importância da ciclagem no retorno e manutenção desse nutriente no solo, devendo-se também levar em consideração as perdas por lixiviação. Tais fatores podem influenciar nas concentrações encontradas desse nutriente em análises de solo (GARCIA et al., 2008).

O potássio, para o cafeeiro é tão exigido quanto o nitrogênio (N), sendo, um nutriente essencial para a cultura (COVRE et al., 2016; PARTELLI et al., 2014). Ele confere maior resistência às doenças, especialmente as fúngicas, e a estresses hídricos, por ser regulador da turgescência, atuando na abertura e no fechamento estomático, além de contribuir na maior absorção de Zn pela planta. Tal elemento atua na formação dos frutos de café, pois influi na atividade enzimática, na síntese e no transporte de carboidratos. Assim, há maior qualidade de bebida dos grãos de café nas plantas bem nutridas em potássio (BRAGANÇA et al., 2007).

A concentração de Ca e Mg (Tabela 3) verificada nas áreas em estudo encontram-se classificadas como baixas (Tabela 1) segundo Bragança, Lani e Muner (2001). Baixos teores de Ca e Mg podem levar ao decréscimo na produção da lavoura devido ao fato do cafeeiro conilon ser extremamente exigente em macronutrientes (BRAGANÇA et al., 2011; COVRE et al., 2016; PARTELLI et al., 2014). Effegenet al. (2008) ao avaliarem a fertilidade dos solos de lavouras de café conilon de diferentes localidades Sul do Espírito Santo, observaram baixos teores de Ca e Mg para a maioria das lavouras amostradas.

A concentração de enxofre (Tabela 3) é considerada baixa (Tabela 1) por Bragança, Lani e Muner (2001). No solo, o enxofre encontra-se na forma orgânica, que representa mais de 90% do total na maioria dos solos, e na forma inorgânica. O enxofre inorgânico é encontrado no solo em combinações de sais de sulfato, sulfetos e minério. O enxofre é absorvido pelas plantas na forma SO_4^{2-} , que é altamente sujeita às perdas por lixiviação. O enxofre tem como característica principal possuir caráter móvel no solo, tendendo a se concentrar nas camadas subsuperficiais, sobretudo, sendo este fato favorecido pela concentração superficial de fósforo. Solos argilosos com altos teores de óxidos de ferro apresentam grande capacidade de adsorção de SO_4^{2-} , o que diminui a sua movimentação no perfil do solo. Já em solos arenosos a movimentação do SO_4^{2-} é maior e, com isso, pode ser perdido por percolação. Além disso, solos arenosos possuem baixos teores de matéria orgânica, conseqüentemente, menores reservas de S orgânico (TIWARI, 2006).

Em relação aos micronutrientes (Tabela 3), somente o B foi classificado como baixo (Tabela 1) por Bragança, Lani e Muner (2001), estando todos os outros na faixa considerada de médio a alto (Tabela 1) por Bragança, Lani e Muner (2001) e Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007), sendo que o Fe e o Zn foram considerados médios e os demais altos.

O interesse pelo estudo dos micronutrientes em plantas tem aumentado em função dos recentes avanços alcançados pelas pesquisas que evidenciaram seu papel importante na resistência aos estresses e às doenças das plantas e, em extensão, dos animais (WELCH, 1995). Para o café conilon, as quantidades de micronutrientes requeridas variam principalmente em função da idade e da produtividade esperada. O conhecimento das taxas de acúmulo e do total acumulado pelos órgãos dessa espécie e variedade é de grande importância como subsídio para a recomendação e ajuste do programa de adubação das lavouras, notadamente quando se trabalha com níveis ótimos econômicos de produtividade (BRAGANÇA et al., 2007; MARRÉ et al., 2015).

A saturação de bases ($V = 60,05\%$) e a capacidade de troca catiônica a pH 7 - CTC ($5,41 \text{ cmol/dm}^3$) foram consideradas adequadas (Tabela 1) para o cafeeiro conilon segundo Bragança, Lani e Muner (2001) e Comissão de Fertilidade do Solo do Espírito Santo (2007).

Um solo que apresenta baixa saturação de bases possui maior adsorção de Al^{3+} e H^+ e quantidades menores dos cátions básicos Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , adsorvidos aos colóides do solo. O Al^{3+} tóxico presente na solução de solos ácidos compromete o desenvolvimento radicular das plantas levando à menor absorção de água e nutrientes (CARVALHO; SOUSA; SOUSA, 2005). Solos cultivados com café conilon devem apresentar porcentagem de saturação por bases (V%) igual ou superior a 60%, comportando elevadas produções nesta cultura (BRAGANÇA et al., 2007).

Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions básicos como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se dizer que esse é um solo adequado ao bom desenvolvimento das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions ácidos como H^+ e Al^{3+} este será um solo pobre do ponto de vista químico. Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável; nesse caso, não se devem fazer as adubações e as calagens em grandes quantidades de uma só vez, mas sim de forma parcelada para que se evitem maiores perdas por lixiviação (MACEDO, 2009).

Como visto diferenças relatadas entre padrões de outras regiões permitem confirmar que as normas devam ser regionais e específicas para café conilon, devendo ser ajustadas para altas produtividades.

4 CONCLUSÕES

Foram estabelecidas normas DRIS e faixas de suficiência para solos cultivados com café conilon na região Atlântica do Estado da Bahia.

As diferenças relatadas entre padrões de outras regiões permitem confirmar que as normas devam ser regionais e específicas para café conilon, devendo ser ajustadas para altas produtividades.

Os valores de P, K, Mg, S, Cu, Mn, Fe e Zn foram enquadrados como adequados e/ou excessivos. Contudo, os teores de B, Ca e Mg foram considerados baixos.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e financiamento da pesquisa. Aos diversos cafeicultores que disponibilizaram as áreas para o estudo.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, p. 711-728, 2014.

AMARAL, J.F.T. et al. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.4, p. 621-629, 2011.

BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.88, n.3, p.448-456, 1996.

BEAUFILS, E.R.; SUMNER, M.E. Application of the DRIS approach for calibrating soil, plant yield and plant quality factors on sugarcane. *Proceedings of the South Africa Sugar Technology Association*, Johannesburg, v.50, p.118-124, 1976.

BRAGANÇA, S. M. et al. Accumulation of macronutrients for the conilon coffee tree. *Journal of Plant Nutrition*, Jefferson City, v. 31, n. 1, p. 103-120, 2011.

_____. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. *Ceres*, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 398-404, 2007.

BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; MUNER, L. H. de. *Café conilon: adubação e calagem*. Vitória: INCAPER, 2001. 31 p.

CARVALHO, J. C. R.; SOUSA, C. S.; SOUSA, C. S. *Fertilização e fertilizantes*. Cruz das Almas: Ed. UFBA, 2005. Disponível em: <http://www.ufrb.edu.br/nutricao/mineral/nmp_pg_09/Apostila%20fertilizantes%20e%20fertiliza%E7%E3o.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2015.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESPÍRITO SANTO. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo: 5ª aproximação*. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira: café safra 2015*. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_43_49_boletim_cafe_jan_eiro_2015.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

COSTA JUNIOR, C. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, Viçosa, v.36, p.1311-1321, 2012.

- COVRE, A.M. et al. Nutrients accumulation in bean and fruit from irrigated *Coffea canephora* cv. Conilon. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Abu Dhabi, v. 28, p. 1-8, 2016.
- DAVIS, A. P. et al. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 167, p. 357-377, 2011.
- _____. The impact of climate change on indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): predicting future trends and identifying priorities. **PlosOne**, London, v. 7, n. 11, p.e47981, 2012.
- DIAS, J. R. M. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p.64-71, jan. 2010.
- DOW, A. I.; ROBERTS, S. Proposal: critical nutrient ranges for crop diagnosis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 401-403, 1982.
- EFFEGEN, T. A. M. et al. Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de cafeeiro conilon submetidas a diferentes tratos culturais no Sul do Espírito Santo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 7-18, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 359p.
- GARCIA, R.A.etal. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal Agronomy**, London, v. 28, p. 579-585, 2008.
- GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; SANTOS, D. R. Modificações nas formas de fósforo do solo após extrações sucessivas com Mehlich-1, Mehlich-3 e resina trocadora de ânions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 363-371, 2005.
- GONÇALVES, H. M. **Sistema integrado de diagnose e recomendação na cultura de cana de açúcar orgânica em Goianésia, Goiás**. 2012. 117 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Annual review 2015/16**: IOC document. London, 2016. 40 p.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v.12, p. 785-794, 1981.
- LEANDRO, W. M.; CUNHA, P. P. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na cultura da soja em Silvania-GO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 277-282, 2003.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009.
- MARRÉ, W.B. et al. Micronutrient accumulation in conilon coffee berries with different maturation cycles. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 39, p. 1456-1462, 2015.
- MORAIS, N. R. et al. Critérios de interpretação de qualidade do solo para a cultura do algodoeiro produzido do Cerrado goiano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 129-140, 2009.
- OLADIRAN, O. et al. Phosphorus response efficiency in cowpea genotypes. **Journal of Agricultural Science**, Ontario, v. 4, n. 1, p. 81-90, 2012.
- PAIVA JÚNIOR, E.F. **Padrões foliares e de solo para a cultura do feijoeiro comum no vale do Rio dos Bois, Goiás**. 2011. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- PARTELLI, F. L. et al. Diagnosis and recommendation integrated system norms, sufficiency range, and nutritional evaluation of Arabian coffee in two sampling periods. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 30, p. 1651-1667, 2007.
- _____. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.
- _____. Qualidade da matéria orgânica e distribuição do fósforo no solo de lavouras orgânicas de café Conilon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2065-2072, 2009.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MARTINS, M.A. Nutritional diagnosis of the organic Conilon coffee trees (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn): sufficiency range approach for leaves and soil. **Coffee Science**, Lavras, v.1, p.43-49, 2006.

- ROCHA, A. C. et al. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. **Journal of Biosciences**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 50-60, 2007.
- SANTANA, J. G. et al. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranja pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 109-117, 2008.
- SCHLINDWEIN, J.A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p.2037-2049, 2008.
- TIWARI, R.J. Response of sugarcane (*Saccharum officinarum*) to direct and residual effect of sulphur. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, Delhi, v.76, n.2, p.117-119, 2006.
- VIDAL, R. O. et al. A high-throughput data mining of single nucleotide polymorphisms in *Coffea* species expressed sequence tags suggests differential homeologous gene expression in the allotetraploid *Coffea arabica*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 154, n. 3, p. 1053-1066, 2010.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). In: STEWART, B.A. (Ed.). **Advances in soil science**. New York: Springer Verlag, 1987. v.6, p.149-188.
- WELCH, R.M. Micronutrient nutrition of plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 14, p. 49-82, 1995.
- ZECH, W. et al. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam, v.79, p.117-161, 1997.