

NORMAS FOLIARES E DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DO CAFEIEIRO CONILON NA PRÉ-FLORADA E GRANAÇÃO, NO ESPÍRITO SANTO

Fábio Luiz Partelli¹, Wander Ramos Gomes², Marcos Goes de Oliveira³,
Jairo Rafael Machado Dias⁴, Marcelo Curitiba Espindula⁵

(Recebido: 09 de março de 2016; aceito: 30 de maio de 2016)

RESUMO: As tecnologias de cultivo do *Coffea canephora* avançaram significativamente, bem como as exigências nutricionais das plantas. Objetivou-se estabelecer faixa de suficiência e normas DRIS, para lavouras de cafeeiro Conilon em pré-florada e enchimento de grãos no Espírito Santo, bem como realizar diagnóstico nutricional na região por diferentes métodos. As lavouras selecionadas para o estabelecimento dos padrões foliares apresentaram produtividade igual ou superior a 6.000 kg ha⁻¹. As coletas foram realizadas em 20 lavouras em duas épocas, pré-florada (junho e julho de 2012) e no enchimento dos grãos (outubro e novembro de 2012). Para verificar as diferenças entre as normas (média, desvio padrão e coeficiente de variação do nutriente e de suas respectivas relações com outros nutrientes) utilizou-se o teste F (Anova). O diagnóstico nutricional foi realizado utilizando as faixas de suficiência e o índice DRIS, sendo diagnosticadas 245 lavouras amostradas no período de enchimento dos grãos e 313 na pré-florada. As normas estabelecidas são apropriadas para um diagnóstico nutricional representativo para o Espírito Santo, uma vez que são baseadas em lavouras de alta produtividade. As concentrações médias de N, P, K, S, Cu e Zn foram maiores no período de granação do cafeeiro Conilon, enquanto as concentrações médias de Ca, Mg, Mn e Fe foram maiores no período de pré-florada. Houve diferença em 87 relações de nutrientes dentre as 110, entre duas épocas de amostragem. Sugere-se que as faixas de suficiência e normas DRIS sejam específicas para cada época de amostragem, caso contrário, os diagnósticos podem ser incoerentes.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, nutrição mineral, fenologia, faixa de suficiência.

LEAF NORMS AND NUTRITION DIAGNOSIS OF COFFEE CONILON IN FLOWETING AND GRAINING IN ESPIRITO SANTO

ABSTRACT: The cultivation technology of *Coffea canephora* advanced significantly, as well as the nutritional requirements of the plants. The objective of this study was to establish the sufficiency range and Leaf Norms (DRIS) of Conilon coffee crops in floweting and grain graining in Espírito Santo, as well as nutritional diagnosis assessment in the region by different methods. The crops selected for the establishment of leaf patterns showed productivity greater than or equal to 6,000 kg ha⁻¹. The samples were collected in 20 farms in two seasons, floweting (June and July 2012) and grain graining (October and November 2012). To check the differences between the standards (mean, standard deviation and coefficient of variation of the nutrient and their respective relationships with other nutrients) the F test (ANOVA) was used. Nutritional diagnosis was performed using the sufficiency ranges and DRIS index. 245 fields sampled in the phase of grain filling and 313 in the pre-flowering phase. The standards set are appropriate for a representative nutritional diagnosis to the north of the Espírito Santo, since they are based on high-yield crops. The average concentrations of N, P, K, S, Cu and Zn were higher in the graining period of Conilon coffee, while the average concentrations of Ca, Mg, Mn and Fe were higher in floweting period. There were differences in 87 relations of nutrients among the 110, between two sampling periods. It is suggested that the sufficiency range approach and DRIS norms are specific to each sampling time, otherwise the diagnosis can be inconsistent.

Index terms: *Coffea canephora*, mineral nutrition, phenology, leaf norms.

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* é representado por mais de 120 espécies, destacando-se comercialmente as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner, conhecido popularmente como cafeeiro arábica e conilon/robusta, respectivamente (DAVIS et al., 2011). A produção mundial do café nos últimos anos foi superior

a 142 milhões de sacas (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2015). O Brasil destaca-se como segundo maior produtor mundial de *C. canephora*, com produção estimada de 11,34 milhões de sacas para o ano de 2015, sendo o Estado do Espírito Santo responsável por mais de 70% dessa produção (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

^{1,2,3}Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas/DCAB - Rodovia BR 101 Norte - Km 60 - Bairro Litorâneo - 29.932-540 - São Mateus - ES - partelli@yahoo.com.br, mgoesoliveira@hotmail.com

²Cooabriel - Rua João XXIII, 8 - Lot. Orzani Silva - 29.780-000 - São Gabriel da Palha - ES - wander@cooabriel.coop.br

⁴Universidade Federal de Rondônia/UNIR - Av Norte Sul, nº 7300 - Bairro Nova Morada - 76.940-000 - Rolim de Moura - RO jairorafaelmdias@hotmail.com

⁵Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Rondônia - Rodovia BR - 364 km 5,5 - Cidade Jardim - 76.815-800 Porto Velho - RO - Cx. P.127- marcelo.espindula@embrapa.br

Nos últimos anos as tecnologias de cultivos avançaram significativamente chegando a lavouras de café Conilon com produtividade superior a 6.000 kg de café beneficiado por hectare, devido principalmente ao uso correto de calagem, fertilizantes, irrigação, sistema de poda, adensamento, seleção de genótipos apropriados e controle fitossanitário. Portanto, nota-se que a nutrição equilibrada é fundamental para esse desempenho produtivo, com racionalidade dos recursos naturais, tornando a atividade sustentável.

Na cultura do cafeeiro a interpretação da análise química foliar e avaliação do estado nutricional são realizadas principalmente pelo método conhecido como Faixa de suficiência (FS), principalmente pela facilidade de interpretação dos resultados. De forma alternativa, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) tem sido proposto como ferramenta de diagnóstico por incorporar o conceito de balanço nutricional e por minimizar, na interpretação do estado nutricional das plantas aqueles efeitos atribuídos aos fatores não nutricionais, como déficit hídrico e problemas fitossanitários. O DRIS baseia-se 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; BEAUFILS, 1973; JARREL; BEVERLY, 1981), portanto, podendo proporcionar diagnóstico nutricional eficiente (PARTELLI et al., 2007).

Por sua vez, a eficiência desses métodos está relacionada ao seu padrão estabelecido, que muitas vezes deve ser regionalizado (PARTELLI et al., 2014a; REIS JÚNIOR; MONERAT, 2003), de acordo com a época do ano ou estágio fenológico da planta (DIAS et al., 2013; PARTELLI et al., 2007) e que represente a realidade tecnológica da cultura.

Recentemente, muitos pesquisadores têm estabelecido padrões nutricionais às mais diversas culturas, como o café (FARNEZI; SILVA; GUIMARÃES, 2009; PARTELLI et al., 2007), cana-de-açúcar (MCCRAY et al., 2010; SANTOS et al., 2013), cupuaçu (DIAS et al., 2010, 2011; WADT et al., 2012), algodão (KURIHARA et al., 2013; SERRA et al., 2010, 2013), laranja (DIAS et al., 2013), goiaba (SOUZA et al., 2013), batata (QUEIROZ et al., 2014), tomate (SCUCUGLIA; CRESTE, 2014), uva (TEIXEIRA et al., 2015), maçã (XU et al., 2015a, 2015b), dentre outras culturas. Portanto, a busca contínua para conhecer as demandas e exigências nutricionais das plantas é necessária para proporcionar um manejo nutricional mais sustentável.

A correta interpretação de resultados de análises foliares proporciona informações que favorecem o uso racional de insumos, evita desperdício, melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, conseqüentemente, proporciona aumento da produtividade. Portanto, preconiza-se a utilização de normas de referência e métodos que disponibilizem subsídios para um diagnóstico nutricional eficiente e prático a partir de resultados analíticos das folhas de uma lavoura.

Neste sentido, objetivou-se estabelecer faixa de suficiência e normas DRIS, para lavouras de café Conilon em pré-florada e enchimento de grãos no Norte do Espírito Santo, bem como realizar diagnóstico nutricional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 2012 e 2013 foram monitoradas 578 lavouras comerciais de café Conilon localizada na região norte do Estado do Espírito Santo, onde predomina clima tropical, quente e úmido no verão e inverno seco com precipitação e temperatura média anual de 1.200 mm e de 23 °C respectivamente (INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER, 2015). A região apresenta, em sua maioria, altitude entre 0 e 200 m. Coletou-se folhas em lavouras dos municípios de Vila Valério, Jaguaré, Nova Venécia, São Mateus, São Gabriel da Palha, Boa Esperança, Vila Pavão, São Domingos do Norte, Águia Branca e Governador Lindenberg.

Do total de lavouras monitoradas, 20 apresentavam produtividade igual ou superior a 6.000 kg ha⁻¹ (média por ano das safras de 2012 e 2013) e, foram utilizadas para o estabelecimento dos padrões de foliares, sendo consideradas de alta produtividade. Essas lavouras foram manejadas com a utilização de técnicas, como irrigação, adubação, calagem, controle fitossanitário, sistema de plantio clone em linha, dentre outras tecnologias, com 2.777 a 3.570 plantas por hectare. Em cada lavoura de alta produtividade foram coletadas amostras de folhas, formando amostras compostas, separadas conforme o genótipo da variedade Vitória Incaper 8142 (5V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V e 13V). As amostras foliares foram coletadas em dois estádios fenológicos (pré-antese e enchimento do grão), obtendo-se 140 amostras foliares em cada período.

Lavouras que apresentaram rendimento inferior a 6.000 kg ha⁻¹ (558 lavouras) foram consideradas de baixa produtividade, ficando

sujeitas ao diagnóstico nutricional (313 lavouras amostradas no período da pré-florada e 245 durante o enchimento dos grãos). As coletas foram realizadas nos meses de junho e julho (pré-antese) e, em outubro e novembro (enchimento de grãos). As amostras foram coletadas nos sentidos leste e oeste da planta, localizadas no terço mediano dos ramos ortotrópicos, em folhas localizadas no terceiro ou quarto par de folhas, a partir do ápice dos ramos plagiotrópicos.

As folhas foram acondicionadas em sacos de papel contendo a identificação do genótipo, época de coleta, propriedade e município. Esse material foi encaminhado para o laboratório de Análise de Tecido Vegetal sendo realizadas as análises de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Fe e Mn conforme Silva (2009).

As normas DRIS foram constituídas pelas médias e pelo desvio-padrão das relações bivariadas, obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes avaliados. Para o método de FS, os valores-padrão foram definidos pela amplitude do intervalo determinado pela média \pm o desvio-padrão da concentração foliar de cada nutriente no conjunto de lavouras da população de alta produtividade, conforme Partelli et al. (2007, 2014a). Verificou-se a diferença entre as normas estabelecidas na pré-antese e no enchimento de grãos pelo teste F.

O diagnóstico nutricional nas lavouras foi obtido, a partir da fórmula de Jones (1981), em que: $f(A/B) = (A/B - a/b)/s_{(a/b)}$. A/B representa o valor da relação entre as concentrações de dois nutrientes da planta diagnosticada e, a/b e $s_{(a/b)}$, respectivamente, a média e o desvio padrão de cada relação bivariada na população de referência, conforme a época do ano específica. O índice DRIS (IN) foi então determinado pela expressão: $IN = [\sum (f(A/B_i - a/b_i/s_{(a/b)}) + \sum (f(B/A_i - b/a_i/s_{(b/a)}))] / 2n$; em que i varia de 1 até n, e n corresponde ao número de nutrientes B avaliados em relação ao nutriente A.

Foi também calculado o índice de balanço nutricional (IBN) pelo somatório, em módulo, dos índices nutricionais DRIS, e o índice de balanço nutricional médio (IBNm), obtido dividindo-se o IBN pelo número de nutrientes avaliados em cada amostra foliar. Nas lavouras de baixa produtividade, para a interpretação do estado nutricional pelo DRIS, adotaram-se três classes de acordo com Wadt (2005): insuficiente (quando o módulo do índice nutricional negativo foi maior que o IBNm), equilibrado (quando o módulo do índice nutricional foi menor que o IBNm) ou excessivo (quando o módulo do índice nutricional positivo foi maior que o IBNm).

Para a interpretação do estado nutricional, das lavouras de baixa produtividade, pelo método FS foram estabelecidas três classes nutricionais: deficiente (concentração do nutriente no tecido foliar abaixo do limite inferior da FS), suficiente (concentração no tecido foliar contida no intervalo entre os teores máximos e mínimos da FS) e consumo de luxo (quando a concentração do nutriente no tecido foliar estava acima do limite superior da FS).

As frequências de número de lavouras diagnosticadas pelo DRIS e FS, foram contrastadas entre si pelo teste qui-quadrado, ao nível de 5% de significância. Para isso, definiu-se como frequência esperada a distribuição das lavouras nos estados deficiência, suficiência e consumo de luxo pelo método da FS, e a, seguir, calculou-se o valor do qui-quadrado considerando como frequência observada a distribuição de lavouras nos estados de insuficiente, equilíbrio e excessivo pelo método DRIS. Esses dados permitiram identificar as diferenças entre os métodos.

Posteriormente ajustou-se a faixa de suficiência, de modo que o diagnóstico nutricional das faixas fosse semelhante ao encontrado pelo método DRIS. Utilizou-se o valor superior e inferior de cada nutriente encontrado nas lavouras diagnosticadas, quando o número de lavouras deficientes ou excesso fosse igual à frequência observada utilizando o DRIS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações foliares de N, P, K, S, Cu e Zn foram maiores e as de Ca, Mg, Fe e Mn foram menores no estágio fenológico da granação comparativamente à pré-florada. Para B não houve variação quanto à concentração foliar entre as duas épocas amostradas (Tabela 1).

As maiores concentrações de N, P e K no período de granação, provavelmente estão relacionadas às fertilizações que se iniciam em julho, e nesse período geralmente os produtores já efetuaram três adubações, coincidindo também com o período em que as chuvas são mais constantes proporcionando uma maior absorção de nutrientes pelo cafeeiro.

Essas faixas de suficiência também devem ser específicas para a região, pois são observadas diferentes faixas de suficiência para o café arábica, as quais variam de acordo com os pesquisadores e regiões estudadas (MARTINEZ et al., 2003), e baseado nos trabalhos de Dara, Fixen e Gelderman (1992), Partelli et al. (2014a) e Reis Júnior e Monnerat (2003), fica evidenciado que os valores de referência devem ser regionais.

TABELA 1 - Faixa de suficiência, média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e significância do Teste F, das concentrações foliares de lavouras de cafeeiro Conilon de alta produtividade em duas épocas de amostragem, pré-florada e granação, para a região Norte do Espírito Santo.

Nutrientes	Amostragem no Pré-florada				Amostragem na Granação				Teste F
	Faixa de Suficiência	Média	Desvio Padrão	CV	Faixa de Suficiência	Média	Desvio Padrão	CV	
N (g kg ⁻¹)	23,1 – 28,7	25,9	2,77	10,7	25,2 – 30,6	27,9	2,69	9,62	**
P (g kg ⁻¹)	1,01 – 1,44	1,22	0,22	17,8	1,10 – 1,53	1,32	0,22	16,6	**
K (g kg ⁻¹)	9,90 – 14,9	12,4	2,52	20,3	13,0 – 18,8	15,9	2,91	18,3	**
Ca (g kg ⁻¹)	15,2 – 26,5	20,9	5,62	27,0	13,8 – 22,6	18,2	4,36	23,9	**
Mg (g kg ⁻¹)	2,57 – 4,65	3,61	1,04	28,8	2,53 – 4,11	3,32	0,79	23,7	**
S (g kg ⁻¹)	1,02 – 1,71	1,36	0,34	25,3	1,05 – 1,85	1,45	0,40	27,3	*
B (mg kg ⁻¹)	50,7 – 99,2	75,0	24,2	32,3	57,6 – 102	79,9	22,3	27,9	NS
Cu (mg kg ⁻¹)	4,36 – 14,5	9,43	5,07	53,7	6,41 – 19,8	13,1	6,72	51,2	**
Fe (mg kg ⁻¹)	67,0 – 195	131	64,2	48,9	67,3 – 145	106	39,0	36,7	**
Mn (mg kg ⁻¹)	62,4 – 226	144	81,7	56,7	50,4 – 188	119	68,7	57,7	**
Zn (mg kg ⁻¹)	4,85 – 8,05	6,45	1,60	24,8	5,36 – 17,3	11,4	5,99	52,8	**

NS = Não significativo; ** = Significativo (P < 1%); * = Significativo (P < 5%).

Partelli, Vieira e Martins (2006) também encontraram maiores concentrações foliares de K e Zn para cafeeiro arábica em amostras realizadas no verão (novembro e dezembro), comparadas a amostras coletadas no inverno, e maior concentração de Ca no inverno, corroborando com parte dos resultados encontrados em café Conilon. Essas diferenças estão relacionadas a diferenças climáticas e/ou a fase de crescimento/desenvolvimento da planta. Trabalho de Marré et al. (2015) e Partelli et al. (2014b) indicam que as exigências nutricionais de macronutrientes são diferentes conforme a época do ano/dias após a florada e conforme o período de maturação dos genótipos estudados, sugerindo que os padrões foliares podem apresentar oscilações em função da demanda dos frutos e da translocação dos nutrientes das folhas para os frutos.

Observa-se que no período de granação os valores de N, Ca, B, Fe Mn e Zn foram maiores (numericamente) comparados aos encontrados por Partelli, Vieira e Martins (2006), enquanto os demais apresentaram valores inferiores. Ao comparar os valores publicados por Prezotti e Fullin (2007), verificou-se que N, P, Ca, B, Cu e Mn, foram maiores no trabalho apresentado. Contudo, vale destacar que os valores obtidos nesse trabalho são baseados em lavouras de produtividade igual ou superior a 100 sacas por

hectare, enquanto os outros dois trabalhos em lavouras com produtividade igual e ou superior a 60 sacas por hectare. Dessa forma, as normas apresentadas correspondem de forma mais eficiente ao nível tecnológico atual, na região norte do estado do Espírito Santo e para duas épocas.

Quando se observa os valores médios dos nutrientes Ca, Mg, Fe e Mn maiores na pré florada, esse fato pode estar ocorrendo provavelmente por motivos climáticos e tecnológicos, são nesses períodos (maio a julho) que se realiza a calagem, geralmente com calcários dolomíticos, ficando assim uma disponibilidade maior dos cátions Ca, Mg, e Mn, é evidente que segue a mesma tendência de absorção do Ca e Mg. Para o Fe há uma maior disponibilidade de Fe², o qual é absorvido pelas células das raízes, por ser um período de estiagem, ficando com um volume de água no solo baixo, proporcionado assim uma maior disponibilidade de Fe². É aceito também que o Fe³ seja reduzido a Fe² antes de entrar na célula (CHANEY; BROWN; TIFFIN, 1972), sendo a velocidade dessa redução dependente do pH, quanto mais baixo o pH maior é esse processo.

As faixas de suficiência estabelecidas neste trabalho podem ser utilizadas para efetuar o diagnóstico nutricional de lavouras de cafeeiro Conilon no norte do Estado do Espírito Santo em duas épocas, pré-florada e granação. Observa-se

ainda que para todos os nutrientes as faixas de suficiência propostas para pré-florada e granação, apresentam um intervalo em comum. Entretanto, apresentam diferenças dos extremos das faixas, pois ao realizar um diagnóstico de uma lavoura na pré-florada que apresenta teor de N foliar de 24,2 g kg⁻¹, utilizando a faixa própria (pré-florada), indicará que N está com a concentração adequada. No entanto, se este mesmo valor for encontrado no período de granação, este será considerado baixo,

conforme a faixa de suficiência indicada para a época de granação. Fato similar ocorre para outros nutrientes. Diferenças conforme a época do ano ou estágio fenológico da planta também foram encontradas em cafeeiro arábica (PARTELLI et al., 2007) e em laranjeira (DIAS et al., 2013).

Das 110 relações nutricionais, apenas 23 são semelhantes ($p \leq 0,05$), indicando que 79% dos índices nutricionais diferem entre os períodos de amostragem foliar (Tabela 2).

TABELA 2 - Média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e significância do Teste F das relações dos teores de nutrientes foliares das lavouras de cafeeiro Conilon de alta produtividade em duas épocas de amostragem (pré-florada e granação) para a região Norte do Espírito Santo.

Relações	Amostragem no Pré-florada			Amostragem na Granação			Teste F
	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Média	Desvio Padrão	CV (%)	
N/P	21,65	3,747	17,3	21,69	3,523	16,2	NS
N/K	2,175	0,523	24,0	1,822	0,430	23,6	**
N/Ca	1,334	0,393	29,5	1,624	0,418	25,7	**
N/Mg	7,803	2,510	32,2	8,906	2,389	26,8	**
N/S	19,97	4,431	22,2	20,63	5,728	27,8	NS
N/B	0,391	0,167	42,7	0,380	0,123	32,4	NS
N/Cu	3,579	1,885	52,7	3,025	2,208	73,0	*
N/Fe	0,236	0,091	38,5	0,292	0,094	32,0	**
N/Mn	0,242	0,136	56,3	0,310	0,170	54,8	**
N/Zn	4,210	0,952	22,6	3,060	1,326	43,3	**
P/N	0,047	0,007	14,9	0,047	0,008	16,6	*
P/K	0,104	0,030	29,0	0,085	0,020	23,8	**
P/Ca	0,063	0,019	30,1	0,077	0,024	30,6	**
P/Mg	0,368	0,132	35,8	0,420	0,125	29,8	**
P/S	0,942	0,241	25,6	0,969	0,280	28,9	NS
P/B	0,018	0,009	46,5	0,018	0,007	38,5	NS
P/Cu	0,171	0,095	55,6	0,143	0,107	74,4	*
P/Fe	0,011	0,004	39,0	0,014	0,005	37,1	**
P/Mn	0,012	0,007	60,5	0,015	0,009	61,1	**
P/Zn	0,199	0,053	26,6	0,144	0,064	44,1	**
K/N	0,485	0,110	22,8	0,574	0,111	19,3	**
K/P	10,59	3,534	33,4	12,33	2,759	22,4	**
K/Ca	0,663	0,299	45,1	0,933	0,314	33,7	**
K/Mg	3,898	1,806	46,3	5,190	1,908	36,8	**
K/S	9,593	2,839	29,6	11,82	3,917	33,1	**
K/B	0,190	0,091	47,7	0,216	0,077	35,7	*
K/Cu	1,691	0,893	52,8	1,644	1,074	65,4	NS

K/Fe	0,114	0,052	45,7	0,166	0,058	34,8	**
K/Mn	0,118	0,072	60,4	0,175	0,098	55,7	**
K/Zn	2,039	0,642	31,5	1,739	0,819	47,1	**
Ca/N	0,810	0,221	27,3	0,658	0,173	26,3	**
Ca/P	17,38	5,027	28,9	14,23	4,267	30,0	**
Ca/K	1,802	0,766	42,5	1,198	0,425	35,5	**
Ca/Mg	5,974	1,568	26,2	5,652	1,400	24,8	NS
Ca/S	16,04	5,586	34,8	13,44	5,216	38,8	**
Ca/B	0,305	0,131	43,1	0,239	0,067	28,2	**
Ca/Cu	2,940	1,798	61,2	1,992	1,596	80,2	**
Ca/Fe	0,185	0,072	38,6	0,188	0,068	36,2	NS
Ca/Mn	0,190	0,109	57,3	0,193	0,097	50,1	NS
Ca/Zn	3,367	1,104	32,8	1,997	1,056	52,9	**
Mg/N	0,141	0,043	30,4	0,120	0,032	26,2	**
Mg/P	3,025	0,960	31,7	2,606	0,822	31,5	**
Mg/K	0,317	0,159	50,0	0,224	0,097	43,2	**
Mg/Ca	0,177	0,039	22,2	0,189	0,052	27,7	*
Mg/S	2,776	0,985	35,5	2,440	0,907	37,2	**
Mg/B	0,052	0,020	39,0	0,044	0,015	34,0	**
Mg/Cu	0,504	0,317	62,8	0,370	0,314	84,9	**
Mg/Fe	0,032	0,014	41,7	0,034	0,011	33,0	NS
Mg/Mn	0,032	0,019	57,3	0,036	0,019	52,3	NS
Mg/Zn	0,584	0,200	34,2	0,361	0,168	46,7	**
S/N	0,053	0,013	24,4	0,052	0,013	25,8	NS
S/P	1,137	0,316	27,8	1,119	0,324	29,0	NS
S/K	0,114	0,035	31,0	0,095	0,034	36,2	**
S/Ca	0,069	0,022	31,3	0,083	0,024	29,5	**
S/Mg	0,406	0,152	37,4	0,452	0,128	28,4	**
S/B	0,020	0,007	36,8	0,019	0,006	30,9	NS
S/Cu	0,186	0,103	55,5	0,146	0,088	60,1	**
S/Fe	0,012	0,005	41,9	0,015	0,005	36,4	**
S/Mn	0,013	0,008	62,2	0,016	0,008	52,9	**
S/Zn	0,217	0,052	24,2	0,154	0,070	45,1	**
B/N	2,937	1,027	35,0	2,898	0,895	30,9	NS
B/P	63,24	23,18	36,6	62,96	22,19	35,2	NS
B/K	6,429	2,869	44,6	5,221	1,905	36,5	**
B/Ca	3,743	1,215	32,4	4,507	1,226	27,2	**
B/Mg	21,78	7,903	36,3	25,06	8,119	32,4	**
B/S	56,99	20,06	35,2	57,89	19,28	33,3	NS
B/Cu	10,28	6,410	62,3	8,016	4,796	59,8	**
B/Fe	0,659	0,275	41,7	0,806	0,264	32,7	**

B/Mn	0,693	0,459	66,3	0,834	0,406	48,6	**
B/Zn	12,10	4,521	37,4	8,663	4,578	52,8	**
Cu/N	0,366	0,196	53,6	0,471	0,236	50,2	**
Cu/P	8,051	4,955	61,5	10,22	5,461	53,4	**
Cu/K	0,777	0,4271	55,0	0,821	0,394	48,0	NS
Cu/Ca	0,498	0,332	66,6	0,776	0,485	62,5	**
Cu/Mg	2,852	1,800	63,1	4,243	2,535	59,8	**
Cu/S	7,195	3,998	55,6	9,254	4,754	51,4	**
Cu/B	0,139	0,086	62,0	0,169	0,089	52,5	**
Cu/Fe	0,085	0,062	72,2	0,132	0,074	56,2	**
Cu/Mn	0,080	0,052	65,6	0,128	0,070	54,6	**
Cu/Zn	1,513	0,835	55,2	1,296	0,733	56,6	*
Fe/N	5,170	2,787	53,9	3,883	1,598	41,2	**
Fe/P	109,3	55,32	50,6	83,19	32,86	39,5	**
Fe/K	11,18	6,961	62,3	7,010	3,335	47,6	**
Fe/Ca	6,739	4,105	60,9	6,154	2,656	43,2	NS
Fe/Mg	39,43	23,64	60,0	33,45	13,48	40,3	**
Fe/S	101,6	57,27	56,4	78,73	37,56	47,7	**
Fe/B	1,913	1,141	59,6	1,396	0,542	38,8	**
Fe/Cu	17,54	10,88	62,1	10,93	7,590	69,4	**
Fe/Mn	1,205	0,817	67,8	1,113	0,517	46,5	NS
Fe/Zn	21,28	11,37	53,5	11,78	7,421	63,0	**
Mn/N	5,540	2,983	53,9	4,303	2,477	57,6	**
Mn/P	120,2	68,22	56,8	94,40	59,85	63,4	**
Mn/K	12,41	8,356	67,4	7,721	4,572	59,2	**
Mn/CA	7,182	4,199	58,5	6,622	3,537	53,4	NS
Mn/Mg	41,04	21,97	53,5	37,32	22,21	59,5	NS
Mn/S	112,3	72,71	64,8	87,62	58,61	66,9	**
Mn/B	2,088	1,319	63,2	1,520	0,817	53,8	**
Mn/Cu	18,00	11,50	63,9	11,35	9,120	80,4	**
Mn/Fe	1,300	0,900	69,2	1,217	0,828	68,0	NS
Mn/Zn	23,22	13,96	60,2	12,18	7,559	62,0	**
Zn/N	0,250	0,058	23,1	0,408	0,212	52,1	**
Zn/P	5,397	1,514	28,0	8,862	4,955	55,9	**
Zn/K	0,545	0,200	36,6	0,732	0,393	53,6	**
Zn/Ca	0,328	0,107	32,6	0,655	0,365	55,8	**
Zn/Mg	1,917	0,656	34,2	3,591	2,134	59,4	**
Zn/S	4,878	1,174	24,1	8,135	4,172	51,3	**
Zn/B	0,095	0,038	39,5	0,149	0,079	53,1	**
Zn/Cu	0,876	0,462	52,7	1,055	0,672	63,7	**
Zn/Fe	0,058	0,024	41,0	0,117	0,066	56,6	**
Zn/Mn	0,060	0,037	62,3	0,116	0,070	60,7	**

NS = Não significativo; ** = Significativo (P < 1%); * = Significativo (P < 5%).

Neste caso, o mais indicado é que normas DRIS sejam específicas para cada estágio fenológico do cafeeiro. Caso contrário as normas DRIS poderão não representar adequadamente as lavouras sob diagnóstico. Dara, Fixen e Gelderman (1992) e Reis Júnior e Monnerat (2003) relatam ainda que as normas DRIS precisam ser regionalizadas. Ainda com relação às normas DRIS estabelecidas, utilizando-se as fórmulas de Beaufls (1973), por meio da média e coeficiente de variação, pode-se realizar o diagnóstico nutricional em lavouras de cafeeiros Conilon na região norte do Espírito Santo.

Ao basear-se no DRIS e valores em módulos superiores ao IBNm, o Mn, Mg, B e Cu foram os nutrientes que se apresentaram mais vezes como limitantes no período de granação (Tabela 3). No Período de pré-florada o resultado foi similar, mantendo-se o Mn como o mais limitante, seguidos pelos Ca, Mg e Cu. Contudo, ao basear-se na faixa original estabelecida (Tabela 1) o Ca, Mg, B e Mn foram os nutrientes que se apresentaram mais vezes como limitantes no período de granação e, o Mn, Ca, Mg e N no período de pré-florada (Tabela 3). Essas alterações de limitação nutricional podem estar associadas

às diferentes demandas nutricionais da planta (MARRÉ et al., 2015; PARTELLI et al., 2014b) e até mesmo às diferenças de manejo e climáticas a que as plantas são submetidas.

Ao considerar os nutrientes mais excessivos, nota-se que o S aparece mais vezes, independentemente da época do ano e método utilizado. O Zn vem em segundo lugar, com exceção do período de granação, utilizando o procedimento de faixa de suficiência.

Ao utilizar o método DRIS o Ca não foi destaque entre os nutrientes considerados como mais limitantes da produção (maior índice negativo) e apresentou-se como o segundo nutriente com índice maior em módulo que o IBNm no período de granação. Contudo, foi o que esteve maior número de vezes abaixo da faixa de suficiência no mesmo período avaliado (Tabela 3). O contrário ocorre com Mn, que foi o nutriente mais limitante da produção ao utilizar o DRIS e com baixo destaque ao utilizar a faixa de suficiência. No caso do N, observou-se que este não se destaca como nutriente em excesso ao utilizar o DRIS, porém ao utilizar a faixa de suficiência este apresentou-se como o segundo nutriente em excesso no período de granação.

TABELA 3 - Número de lavouras amostradas no período de granação e pré-florada, nas quais os nutrientes se apresentaram inferiores e superiores à faixa de suficiência (<FC e >FC, respectivamente), e em que o índice DRIS foi o maior, sendo mais negativo (+ Neg) e mais positivo (+ Pos) e maior em módulo que o IBNm, sendo negativo (Neg) e positivo (Pos), utilizando as normas adequadas e teste qui-quadrado, ao nível de 5% de significância.

Lavouras amostradas no período de granação											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
< FC	12 ^{ns}	17 ^{ns}	18 ^{ns}	79*	76 ^{ns}	11 ^{ns}	58 ^{ns}	21 ^{ns}	25 ^{ns}	56*	4*
> FC	117	115	83	12	17	168	18	26	55	28	89
+ Neg	7 ^{ns}	4 ^{ns}	6 ^{ns}	20*	31 ^{ns}	1 ^{ns}	27 ^{ns}	26 ^{ns}	18 ^{ns}	74*	23*
+ Pos	18	7	10	1	4	114	4	3	27	12	45
Neg	12 ^{ns}	14 ^{ns}	15 ^{ns}	90 ^{ns}	76 ^{ns}	5 ^{ns}	61 ^{ns}	63*	41 ^{ns}	115 ^{ns}	40*
Pos	42	69	38	0	13	169	15	20	45	26	96
Lavouras amostradas no período da pré florada											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
< FC	36	14	24	82	52	1	34	4	29	86	1
> FC	88	91	47	24	65	288	35	40	49	19	265
+ Neg	22	10	20	68	29	1	17	7	44	95	2
+ Pos	1	0	0	0	3	179	4	5	5	3	113
Neg	62	45	61	118	69	2	36	17	94	135	0
Pos	6	11	8	4	28	271	18	24	19	13	257

ns = não significativo. * significativo a 5%, entre os contrastes < FC com + Neg e < FC com Neg. Os contrastes entre + Neg e Neg não foram significativos.

Portanto, essas diferenças seriam em função da amplitude da faixa, alta para o Mn e baixa para o N e Ca.

Observaram-se diferenças de diagnósticos entre os métodos DRIS e Faixa de Suficiência (Tabela 3). Os diagnósticos foram diferentes para Ca, Cu, Mn e Zn. Diferenças entre os métodos também foram encontradas em café arábica (PARTELLI et al., 2007), porém o trabalho não permitiu aferir qual dos métodos é mais eficiente. Por sua vez, para a obtenção do índice DRIS, há necessidade de se calcular a relação normal reduzida das concentrações de dois nutrientes, cujo cálculo se baseia na média da norma e da lavoura a ser diagnosticada e da variação dos dados das normas, sendo utilizado o coeficiente de variação na fórmula de Beaufile (1973) e o desvio padrão na fórmula descrita por Jones (1981). Assim, o DRIS considera o efeito da variação dos dados, ou seja, quanto maior o desvio padrão do nutriente da norma, menor será o valor da relação normal reduzida deste nutriente e, conseqüentemente, menor será o índice DRIS do nutriente, em comparação se este mesmo nutriente apresentasse um desvio menor. Dessa forma o DRIS, naturalmente segue a tendência das variações encontradas no banco de dados que geraram as normas para fazer o diagnóstico de uma lavoura. Partindo desse pressuposto, estabeleceram-se novos padrões foliares, ajustados conforme os diagnósticos obtidos pelo DRIS (Tabela 4), tendo valores onde frequências observadas são iguais às esperadas.

4 CONCLUSÕES

Foram estabelecidas faixas de suficiência e normas DRIS para o cafeeiro Conilon nos estádios fenológicos da pré-florada e granação para lavouras cultivadas na região norte do Estado do Espírito Santo, a partir de lavouras com produtividade igual e superior a 6.000 kg de café beneficiado por hectare.

As concentrações médias de N, P, K, S, Cu e Zn foram maiores no período de granação do cafeeiro Conilon, enquanto as concentrações médias de Ca, Mg, Mn e Fe foram maiores no período de pré-florada.

Sugere-se que a FS e as normas DRIS sejam específicas para cada estágio fenológico, caso contrário, poderão não representar adequadamente as lavouras sob diagnóstico.

Para alguns nutrientes os diagnósticos foram distintos entre os métodos FS e DRIS. O Mn, Mg, B e Cu foram os nutrientes que se apresentaram maior frequência como limitantes no período de granação e o Mn, Ca, Mg e Cu no período de pré-florada. Os mais excessivos foram o S e Zn para as duas épocas avaliadas.

TABELA 4 - Faixa de suficiência ajustada conforme diagnóstico DRIS, tendo o mesmo número de frequência encontrada e da observada, das concentrações foliares de lavouras de cafeeiro Conilon de alta produtividade nos estágios fenológicos de pré-florada e granação na região norte do Estado do Espírito Santo.

Nutrientes	Amostragem na Granação	
	Amostragem no Pré-florada	Amostragem na Granação
N (g kg ⁻¹)	24,3 – 34,2	25,2 – 33,3
P (g kg ⁻¹)	1,11 – 1,76	1,10 – 1,70
K (g kg ⁻¹)	10,6 – 17,5	12,5 – 20,5
Ca (g kg ⁻¹)	16,9 – 31,6	14,2 – 25,9
Mg (g kg ⁻¹)	2,70 – 5,40	2,52 – 4,18
S (g kg ⁻¹)	1,12 – 2,10	0,83 – 1,86
B (mg kg ⁻¹)	52,0 – 106	60,0 – 103
Cu (mg kg ⁻¹)	6,00 – 17,0	8,00 – 21,0
Fe (mg kg ⁻¹)	92,0 – 223	73,0 – 157
Mn (mg kg ⁻¹)	83,0 – 283	78,0 – 190
Zn (mg kg ⁻¹)	4,00 – 9,00	8,00 – 17,0

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo, Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel - Coaabriel, Fullin Laboratório e à CAPES.

6 REFERÊNCIAS

- BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p.448-456, 1996.
- BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS):** a general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).
- CHANEY, R. L.; BROWN, J. C.; TIFFIN, L. O. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 50, p. 208-2013, 1972.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** segundo levantamento safra café 2015 junho/2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_10_09_24_57_boletim_cafe_junho_2015.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- DARA, S. T.; FIXEN, P. E.; GELDERMAN, R. H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen *status* of the corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 6, p. 1006-1010, 1992.
- 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 history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011.
- DIAS, J. R. M. et al. Antecipação do período de diagnose foliar em laranjeira 'Pêra' no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, p. 757-764, 2013.
- DIAS, J. R. M. et al. Dris formulas for evaluation of nutritional status of cupuaçu trees. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2083-2091, 2011.
- DIAS, J. R. M. et al. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 64-71, jan. 2010.
- FARNEZI, M. M. M.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequetinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 969-978, 2009.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Caracterização climáticas dos municípios:** São Mateus. Disponível em: <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/caracterizacao/saomateuscraac.php>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Trade statistics.** Disponível em: <http://www.ico.org/trade_statistics.asp>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, n. 5, p. 197-224, Oct. 1981.
- JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 12, p. 785-794, 1981.
- KURIHARA, C. H. et al. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 412-419, 2013.
- MARRÉ, W. B. et al. Micronutrient accumulation in conilon coffee berries with different maturation cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 214-222, 2015.
- 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.
- MCCRAY, J. M. et al. Sugarcane response to DRIS-based fertilizer supplements in Florida. **Journal of Agronomy**, Madison, v. 156, n. 1, p. 66-75, 2010.

- PARTELLI, F. L. et al. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 858-866, 2014a.
- 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**, New York v. 30, p. 1651-1667, 2007.
- PARTELLI, F. L. et al. 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, 2014b.
- 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, n. 1, p. 43-49, 2006.
- PREZOTTI, L. C.; FULLIN, E. A. Avaliação da fertilidade do solo do estado nutricional das plantas. In: PREZOTTI, L. C. et al. (Ed.). **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/ INCAPER/CEDAGRO, 2007. p. 11-42.
- QUEIROZ, A. A. et al. Productivity and establishment of DRIS indices for tubers of the potato cultivar 'Agata'. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 351-360, 2014.
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 277-282, fev. 2003.
- SANTOS, E. F. et al. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos CHM, DRIS e CND e nível crítico pela distribuição normal reduzida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 1651-1658, 2013.
- SCUCUGLIA, C. L.; CRESTE, J. E. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) of tomato in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Presidente Prudente, v. 32, n. 2, p. 200-204, 2014.
- SERRA, A. P. et al. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 97-104, 2010.
- SERRA, A. P. et al. Estabelecimento de normas DRIS para o algodoeiro com diferentes critérios de seleção da população de referência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1472-1480, nov. 2013.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2009. 627 p.
- SOUZA, H. A. et al. Normas preliminares Dris e faixas de suficiência para goiabeira 'paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 282-291, 2013.
- TEIXEIRA, L. A. J. et al. Normas Dris e níveis críticos de nutrientes para videira 'Niagara Rosada' cultivada na região de Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015.
- WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 227-234, 2005.
- WADT, P. G. S. et al. Interpretação de Índices Drís para a cultura do cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p. 125-135, 2012.
- XU, M. et al. Preliminary the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms for evaluating the nutrient status of apple. **Advance Journal of Food Science and Technology**, Faisalabad, v. 7, n. 2, p. 74-80, 2015a.
- XU, M. et al. Nutritional diagnosis for apple by DRIS, CND and DOP. **Advance Journal of Food Science and Technology**, Faisalabad, v. 7, n. 4, p. 266-273, 2015b.