

ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS PARA O CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS: 1ª APROXIMAÇÃO¹

ROBERTO DOS ANJOS REIS JÚNIOR²
JOÃO BATISTA CORRÊA³
JANICE GUEDES DE CARVALHO⁴
PAULO TÁCITO GONTIJO GUIMARÃES⁵

RESUMO – O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) é uma metodologia de interpretação da análise química foliar que avalia o estado nutricional de culturas. As normas DRIS (médias e coeficientes de variação de relações entre nutrientes) para cafeeiros do sul de Minas Gerais ainda não foram estabelecidas, o que limita o uso do DRIS nessas lavouras. Com o objetivo de gerar as normas DRIS preliminares para cafeeiros do sul de Minas Gerais, foram realizadas amostragens foliares em lavouras comerciais de café (*Coffea arabica* L.) dessa região. Os teores foliares e as produtividades das lavouras amostradas formaram um banco de dados, que foi dividido em três grupos: baixa produtividade (<15 sc ha⁻¹), referência (15-40 sc ha⁻¹) e alta produtividade (> 40 sc ha⁻¹). Os grupos de baixa produtividade e de referência foram utilizados para estabelecer as normas DRIS. Para cada par de nutriente, a forma de expressão do quociente entre eles que forneceu a maior razão de variância entre o grupo de baixa produtividade e de referência (S^2/S^2_r) foi selecionada para ser usado no DRIS. Os teo-

res foliares médios do grupo de referência foram comparados aos teores considerados como adequados pela literatura. Médias de produção dos grupos de referência e de baixa produtividade foram comparadas pela avaliação de seus intervalos de confiança a 1% de probabilidade. Análises de correlação foram realizadas para avaliar a intensidade com que os teores de nutrientes do banco de dados estiveram correlacionados com a produção de café e seus respectivos índices DRIS. As diferentes diagnoses nutricionais dos teores foliares do grupo de referência reforçam a necessidade do estabelecimento de padrões regionais para avaliação do estado nutricional do cafeeiro no sul de Minas Gerais. A diferença significativa entre as produções de café dos grupos de baixa produtividade e de referência, bem como as correlações significativas entre teores foliares de nutrientes e respectivos índices DRIS, tornaram as normas DRIS estabelecidas neste trabalho mais confiáveis. Normas DRIS preliminares foram estabelecidas para cafeeiros do sul de Minas Gerais.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Sistema integrado de diagnóstico e recomendação, *Coffea arabica*, análise foliar.

ESTABLISHMENT OF DRIS NORMS FOR COFFEE CROPS IN SOUTHERN OF MINAS GERAIS STATE: 1a. APPROACH

ABSTRACT – The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) is a methodology of interpretation of foliar chemical analysis that evaluates the nutritional status of crops. DRIS norms (averages and coefficients of variation of relationships among nutrients) for coffee crops in southern Minas Gerais State have not been established yet, limiting the use of DRIS in these crops. The purpose of our study was to establish preliminary DRIS norms for coffee crops in

southern Minas Gerais State. Foliar samplings were accomplished in commercial coffee crops in the region and foliar nutrient concentrations, together with respective yields of the sampled coffee crops, formed a database, which was divided in three groups: low productivity (<15 sc ha⁻¹), reference (15-40 sc ha⁻¹) and high productivity (> 40 sc ha⁻¹). The groups of low productivity and of reference were used to establish the DRIS norms. For each nutrient pair, the quotient that

1. Este trabalho contou com o apoio financeiro do CBP&D/Café.

2. Engenheiro Agrônomo, DSc., Pesquisador do PNP&D-Café. E-mail: reisjr@hotmail.com

3. Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador do Departamento de Ciência do Solo da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UFLA, Caixa Postal 37, 37200.000 – Lavras, MG. E-mail: jbcorrea@ufla.br

4. Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. E-mail: janicegc@ufla.br

5. Engenheiro Agrônomo, DSc., Pesquisador da EPAMIG.

resulted in the largest variance ratio among the groups of low productivity and reference (S^2/S^2r) was selected as the parameter to be used in DRIS. Average foliar nutrient concentrations of the reference group were compared with the nutrient concentrations considered as appropriate by the literature. Averages of production of the reference groups and of low productivity were compared by the evaluation of its confidence intervals (1% of probability). Correlation analyses were accomplished to evaluate the intensity with that the database nutrient concentrations were correlated with coffee yield and its respective DRIS indices. The

different nutritional diagnoses of foliar concentrations of the reference group reinforce the need of the establishment of local patterns for evaluation of the nutritional state of coffee crops in southern Minas Gerais. The significant difference among the coffee yields of the groups of low productivity and of reference, as well as the significant correlation between foliar nutrient concentrations and its respective DRIS indices turned the DRIS norms, established in this work, more reliable. Preliminary DRIS norms for coffee crops in southern Minas Gerais were established.

INDEX TERMS: Diagnosis and recommendation integrated system, *Coffea arabica*, foliar analysis.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro tem como característica grande exportação de nutrientes do solo, necessitando de adequada aplicação de corretivos e fertilizantes para alcançar altas produtividades. O elevado preço dos adubos exige que esses insumos sejam usados de forma mais econômica e eficiente. Dessa forma, para uma adequada recomendação de adubação, é necessário identificar qual ou quais são os nutrientes limitantes para a obtenção de altas produtividades do cafeeiro. Essa identificação, normalmente feita pela avaliação da fertilidade do solo, tem sido respaldada pela diagnose nutricional de plantas. Dentre as ferramentas utilizadas para a realização da diagnose nutricional de plantas, destaca-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

O DRIS, desenvolvido por Beaufils (1973), é um sistema de interpretação de resultados de análises de tecidos vegetais (Pevevill, 1993). Esse método compara razões entre pares de nutrientes de uma lavoura amostrada com valores de referência (normas DRIS) de um grupo de produtividade desejada (Soltanpour *et al.*, 1995) por meio de uma fórmula-padrão relativamente complexa (Baldock & Schulte, 1996), calculando um índice para cada nutriente envolvido na diagnose. O DRIS tem sido aplicado em várias culturas, como seringueira (Beaufils, 1971), trigo (Sumner, 1977b), cana-de-açúcar (Zambello Junior & Orlando Filho, 1980; Zambello Junior *et al.*, 1981; Elwali & Gascho, 1983; Elwali & Gascho, 1984; Beverly, 1991; Reis Junior, 1999), batata (Meldal-Johnsen & Sumner, 1980; Mackay *et al.*, 1987), pínus (Svenson & Kimberley, 1988), cereja (Davee *et al.*, 1986), trevo-branco (Rodríguez & Besga, 1989), grama-pernambuco (Payne *et al.*, 1990), maçã (Szücs *et al.*, 1990), alface (Sanchez *et al.*, 1991), pinheiro (Rathfon & Burger, 1991),

soja (Sumner, 1977a; Hanson, 1981; Beverly *et al.*, 1986; Beverly, 1991), café (Arboleda *et al.*, 1988; Leite, 1993), cebola (Caldwell *et al.*, 1994), citrus (Beverly *et al.*, 1984; Cerdá *et al.*, 1995), milho (Escano *et al.*, 1981; Elwali *et al.*, 1985; Soltanpour *et al.*, 1995), abacaxi (Angeles *et al.*, 1990), mamão (Costa, 1995), videira (Schaller *et al.*, 1995), pastagem (Bailey *et al.*, 1997) e romã (Raghupathi & Bhargava, 1998).

Segundo Baldock & Schulte (1996), quatro são as vantagens do DRIS: a escala de interpretação é contínua e fácil de usar; o DRIS ordena os nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo; o DRIS pode identificar casos nos quais a produção está limitada em razão de um desequilíbrio nutricional, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo de seu nível crítico e o Índice de Equilíbrio Nutricional fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes sobre a produção. Por outro lado, as desvantagens dessa metodologia são: sistema computacional complexo, os índices não são independentes, ou seja, o teor de um nutriente pode ter efeito marcante sobre os índices de outros nutrientes, e embora seja afirmado que o DRIS seja menos sensível à maturidade da planta, na prática, ele, muitas vezes, é sensível à idade da planta, como as faixas de suficiência (Baldock & Schulte, 1996).

O primeiro passo para implementar o DRIS, ou outro sistema de diagnóstico nutricional, é o estabelecimento de valores-padrões ou normas (Walworth & Sumner, 1987; Bailey *et al.*, 1997). Para estabelecer as normas DRIS, é necessário usar um banco de dados contendo informações que relacionam teores foliares e produtividades. Com base nesse banco de dados, médias, coeficientes de variação e variâncias de todas as relações entre teores de nutrientes são calculados. Embora existam du-

as formas de expressão para um par de nutrientes no cálculo do DRIS, por exemplo, K e S podem ser relacionados como K/S e S/K, apenas uma forma é usada. A metodologia de seleção da relação entre dois nutrientes para ser usada no DRIS é descrita por Walworth & Sumner (1987) e Hartz *et al.* (1998).

Após o estabelecimento das normas DRIS (média e desvio padrão ou coeficiente de variação de relações entre nutrientes), a fórmula proposta por Beaufils (1973) calcula um índice para cada nutriente que varia de negativo a positivo; o somatório dos índices dos nutrientes sempre será igual a zero (Elwali & Gascho, 1984). Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do desejado, e quanto mais negativo for o índice, mais deficiente está o nutriente; similarmente, um índice DRIS positivo indica que o teor do nutriente está acima do desejado, e quanto mais positivo for o índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal, e índice DRIS igual a zero indica que o teor do nutriente está no valor ótimo (Baldock & Schulte, 1996). O DRIS também fornece um índice geral, que é o somatório absoluto dos valores dos índices dos nutrientes (Baldock & Schulte, 1996), chamado de Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN) (Rathfon & Burger, 1991). Quanto menor este somatório absoluto, menor será o desequilíbrio entre os nutrientes da lavoura amostrada (Snyder & Kretschmer, 1988).

As normas DRIS ainda não foram estabelecidas para cafeeiros do sul de Minas Gerais; assim, a inexistência dessas normas impede que o DRIS seja aplicado na cultura do café dessa região. Este trabalho faz parte de um projeto em andamento e com duração prevista de quatro anos, em que lavouras cafeeiras de produtores do sul de Minas Gerais estão sendo amostradas anualmente, com o intuito de criar um banco de dados usado para gerar as normas DRIS. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho estabelecer as normas DRIS preliminares para a cultura do café na região sul de Minas Gerais, com o banco de dados formado pelo primeiro ano de amostragem.

Amostragem e análise química foliar

Foram selecionadas 75 lavouras cafeeiras representativas da região sul do Estado de Minas Gerais, nos municípios onde a assistência técnica é prestada pelas cooperativas situadas nos municípios de Boa Esperança, Machado, Três Pontas, Varginha e Santo Antônio do Amparo. Em cada lavoura foi demarcado um talhão de, no mínimo, um hectare, e foram selecionadas 25 plantas úteis. Durante a safra 1999/2000, foram coletadas amo-

stras foliares e as respectivas produtividades nas plantas úteis das lavouras selecionadas.

A amostra foliar foi formada por quatro pares da 3ª folha/planta útil (totalizando 100 pares por amostra), coletadas nos quatro pontos cardeais, em ramos produtivos, na porção mediana do cafeeiro, quando os frutos entraram na fase de chumbinho (primavera-verão). Após a coleta das folhas, essas foram analisadas quimicamente para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (Sarruge & Haag, 1974).

Banco de dados

Os dados de produtividade, juntamente com seus respectivos teores foliares de nutrientes, formaram um banco de dados que foi dividido em três grupos: baixa (<15 sacas beneficiadas ha⁻¹), média (15-40 sc ha⁻¹) e alta (>40 sc ha⁻¹) produtividade. Foi adotado como grupo de referência aquele de média produtividade, conforme sugestão de Beaufils (1973) de que no grupo de média produtividade há melhor representatividade da variabilidade das relações entre nutrientes.

Avaliação da produção e teores foliares

Médias de produção dos grupos de referência e de baixa produtividade foram comparadas pela avaliação de seus intervalos de confiança a 1% de probabilidade (Campos, 1983). Os teores médios do grupo de referência foram comparados com os considerados adequados por Reuter & Robinson (1988), Jones Junior *et al.* (1991), Malavolta *et al.* (1993), Mills & Jones Junior (1996) e Malavolta *et al.* (1997).

Seleção das normas DRIS

A média, o coeficiente de variação (CV) e a variância (S^2) para as possíveis relações entre teores de nutrientes (ex.: N/P e P/N) foram calculados para os grupos de referência e de baixa produtividade. Para cada par de nutrientes, a forma de expressão do quociente entre eles que forneceu a maior razão de variância entre o grupo de baixa produtividade e de referência (S^2_r/S^2_c) foi selecionada para a ser usada no DRIS, conforme descrito por Walworth *et al.* (1986) e Hartz *et al.* (1998).

Avaliação da normalidade dos dados

Foi avaliado se as relações entre nutrientes adotadas como normas DRIS estavam baseadas em uma distribuição normal por análise visual da distribuição de

produção, em função de razão entre nutrientes, conforme descrito por Bayley *et al.* (1997).

Correlação entre teor foliar e índice DRIS

$$\text{Índice X} = \frac{\{[f(X/Y_1) + f(X/Y_2) + \dots + f(X/Y_n)] - [f(Z_1/X) + f(Z_2/X) + \dots + f(Z_m/X)]\}}{n + m}$$

$$f(X/Y_n) = \left(\frac{X/Y_n}{x/y_n} - 1 \right) \frac{100k}{CV_{(x/y_n)}} \text{ se } X/Y_n > x/y_n$$

$$f(X/Y_n) = \left(1 - \frac{x/y_n}{X/Y_n} \right) \frac{100k}{CV_{(x/y_n)}} \text{ se } X/Y_n < x/y_n$$

$$f(Z_m/X) = \left(\frac{Z_m/X}{z_m/x} - 1 \right) \frac{100k}{CV_{(z_m/x)}} \text{ se } Z_m/X > z_m/x$$

$$f(Z_m/X) = \left(1 - \frac{z_m/x}{Z_m/X} \right) \frac{100k}{CV_{(z_m/x)}} \text{ se } Z_m/X < z_m/x$$

em que:

X - nutriente para o qual se deseja calcular o índice;

Y_1, Y_2, \dots, Y_n - nutrientes que aparecem no denominador das relações com o nutriente X;

Z_1, Z_2, \dots, Z_m - nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;

m - número de funções onde o nutriente X aparece no denominador;

n - número de funções onde o nutriente X aparece no numerador;

Z_m/X - relação entre os teores dos nutrientes Z e X da amostra a ser submetida ao DRIS;

X/Y_n - relação entre os teores dos nutrientes X e Y da amostra a ser submetida ao DRIS;

z_m/x - relação média entre os teores dos nutrientes Z e X, fornecida pelas normas DRIS;

x/y_n - relação média entre os teores dos nutrientes X e Y, fornecida pelas normas DRIS;

$CV_{(z/x)}$ - coeficiente de variação da relação entre Z e X, fornecida pelas normas DRIS;

$CV_{(x/y)}$ - coeficiente de variação da relação entre X e Y, fornecida pelas normas DRIS;

k - constante de sensibilidade de valor arbitrário (= 1).

Análises de correlação pelo método paramétrico proposto por Pearson foram realizadas para comprovar estatisticamente a intensidade com que os teores dos

Considerando-se as normas DRIS estabelecidas neste trabalho, foram calculados índices DRIS para todas as amostras do banco de dados com a equação descrita abaixo (Beaufils, 1973):

nutrientes estão correlacionados com a produção de café e seus respectivos índices DRIS.

Avaliação da produção e teores foliares

A produção de café foi estatisticamente diferente entre os grupos de baixa produtividade e de referência (Figura 1). Enquanto o grupo de baixa produtividade apresentou produção média de 9,1 sc ha⁻¹, o grupo de referência apresentou produção média de 27,1 sc ha⁻¹. Essa diferença significativa entre esses grupos torna as normas DRIS mais confiáveis.

Os teores foliares médios do grupo de referência estão ilustrados na Tabela 1. Os teores médios de Cu e Mn do grupo de referência não foram considerados como adequados por Reuter & Robinson (1988), Jones Junior *et al.* (1991), Bergmann (1992), Malavolta *et al.* (1993), Mills & Jones Junior (1996) e Malavolta *et al.* (1997), ao passo que apenas o teor médio de P foi considerado como adequado por todos os citados autores. Os demais teores de nutrientes foram considerados como adequados por certos autores e inadequados por outros, conforme descrito na Tabela 1. Essas diferentes diagnoses dos nutrientes do grupo de referência reforçam a necessidade de estabelecimento de padrões estabelecidos regionalmente para a avaliação do estado nutricional do cafeeiro do sul de Minas Gerais.

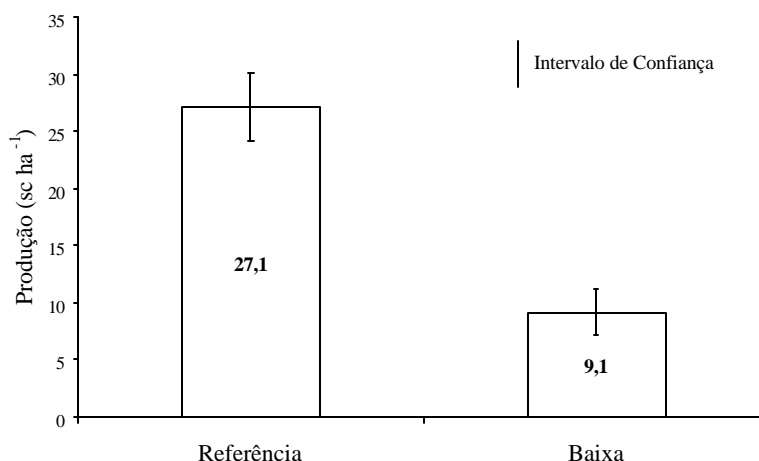


FIGURA 1– Produção média de café (sc ha⁻¹) dos grupos de referência e de baixa produtividade.

TABELA 1 – Teores foliares médios do grupo de referência.

Nutriente	Teor	Nutriente	Teor	Nutriente	Teor
N (g kg ⁻¹)	32,0 ^{①②}	Mg (g kg ⁻¹)	2,95 ^{③④}	Fe (mg kg ⁻¹)	100 ^{①②③④}
P (g kg ⁻¹)	1,60 ^{①②③④⑤}	S (g kg ⁻¹)	1,59 ^{①②③⑤}	Mn (mg kg ⁻¹)	409
K (g kg ⁻¹)	20,6 ^{②③}	B (mg kg ⁻¹)	73,7 ^{②③④}	Zn (mg kg ⁻¹)	26,8 ^{③④⑤}
Ca (g kg ⁻¹)	11,1 ^{②③④}	Cu (mg kg ⁻¹)	45,4		

① Teor considerado como adequado por Malavolta *et al.* (1997); ② Teor considerado como adequado por Malavolta *et al.* (1993); ③ Teor considerado como adequado por Jones Junior *et al.* (1991); Mills & Jones Junior (1996); ④ Teor considerado como adequado por Reuter & Robinson (1988); ⑤ Teor considerado como adequado por Bergmann (1992).

Seleção das normas DRIS

Os valores médios das razões entre nutrientes dos grupos de referência e de baixa produtividade, juntamente com seus respectivos coeficientes de variação e variâncias, estão na Tabela 2. O critério de escolha da relação entre um par de nutriente (ex. N/P ou P/N) está baseado na razão entre variâncias dos grupos de produtividade utilizados para gerar as normas DRIS. Segundo Payne *et al.* (1990), relações entre nutrientes que apresentam alta razão entre variâncias conferem maior segurança para a diagnose nutricional. Com esse procedimento, objetiva-se determinar normas DRIS com maior preci-

são (Caldwell *et al.*, 1994), maximizando a distinção entre plantas nutricionalmente equilibradas e desequilibradas (Walworth *et al.*, 1986; Walworth & Sumner, 1987).

Com base na escolha da relação entre um par de nutriente que apresentou a maior razão entre variâncias do grupo de baixa produtividade e de referência (S^2_b/S^2_r), foram escolhidas 55 relações entre nutrientes como normas DRIS preliminares para a cultura do cafeeiro. Os valores médios das relações adotadas como normas DRIS, juntamente com seus respectivos coeficientes de variação estão ilustrados na Tabela 3.

TABELA 2 – Médias, coeficientes de variação (CV) e variâncias (S^2) dos grupos de baixa produtividade e de referência, bem como as razões entre variâncias dos grupos de baixa produtividade e de referência (S^2_b/S^2_r).

Relação	Grupo de baixa produtividade			Grupo de Referência			S^2_b/S^2_r	Relação Selecionada
	Média	CV (%)	S^2	Média	CV (%)	S^2		
N/P	20,04	16,8	11,3	20,29	11,6	5,53	2,05	X
P/N	0,05	16,7	$7,3 \cdot 10^{-5}$	0,05	12,3	$3,8 \cdot 10^{-5}$	1,93	
N/K	1,53	15,0	0,1	1,58	15,9	0,06	0,83	
K/N	0,67	14,1	$8,8 \cdot 10^{-3}$	0,65	15,4	0,01	0,89	X
N/Ca	3,02	14,0	0,2	2,93	15,0	0,19	0,92	X
Ca/N	0,34	13,8	$2,2 \cdot 10^{-3}$	0,35	16,3	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0,67	
N/Mg	10,49	14,2	2,2	11,21	19,7	4,88	0,46	
Mg/N	0,10	13,0	$1,6 \cdot 10^{-4}$	0,09	18,8	$3,0 \cdot 10^{-4}$	0,53	X
N/S	19,95	14,6	8,5	20,48	14,1	8,37	1,01	
S/N	0,05	15,4	$6,2 \cdot 10^{-5}$	0,05	14,3	$5,0 \cdot 10^{-5}$	1,23	X
N/B	0,54	27,9	$2,2 \cdot 10^{-2}$	0,48	28,2	0,02	1,24	X
B/N	1,98	23,2	0,2	2,30	34,5	0,63	0,33	
N/Cu	1,40	40,6	0,3	1,06	59,0	0,39	0,83	X
Cu/N	0,93	70,4	0,4	1,43	71,1	1,03	0,42	
N/Fe	0,29	20,4	$3,4 \cdot 10^{-3}$	0,33	22,1	0,01	0,62	
Fe/N	3,63	17,5	0,4	3,16	24,5	0,60	0,67	X
N/Mn	0,10	40,7	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,10	43,1	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,97	X
Mn/N	12,12	50,0	36,7	12,93	51,2	43,82	0,84	
N/Zn	2,14	34,9	0,6	1,81	49,2	0,79	0,70	X
Zn/N	0,59	75,3	0,2	0,84	88,0	0,55	0,36	
P/K	0,08	15,5	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,08	16,4	$1,7 \cdot 10^{-4}$	0,87	X
K/P	13,17	14,5	3,6	13,07	17,4	5,18	0,70	
P/Ca	0,15	10,9	$2,7 \cdot 10^{-4}$	0,15	16,9	$6,0 \cdot 10^{-4}$	0,45	X
Ca/P	6,64	10,6	0,5	7,06	16,5	1,35	0,37	
P/Mg	0,53	16,5	$7,7 \cdot 10^{-3}$	0,56	19,6	0,01	0,65	
Mg/P	1,93	16,1	0,1	1,86	19,5	0,13	0,72	X
P/S	1,01	20,2	$4,2 \cdot 10^{-2}$	1,02	17,2	0,03	1,36	X
S/P	1,01	15,1	$2,3 \cdot 10^{-2}$	1,01	17,1	0,03	0,79	
P/B	0,03	32,6	$8,0 \cdot 10^{-5}$	0,02	28,8	$4,6 \cdot 10^{-5}$	1,73	X
B/P	39,55	27,6	118,7	46,23	32,8	229,69	0,52	
P/Cu	0,07	52,3	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,05	68,2	$1,4 \cdot 10^{-3}$	1,07	X
Cu/P	18,78	70,4	175,0	29,39	74,0	472,61	0,37	
P/Fe	0,01	21,8	0,0	0,02	21,3	$1,2 \cdot 10^{-5}$	0,81	
Fe/P	72,55	25,7	348,5	63,29	21,1	177,55	1,96	X
P/Mn	0,01	42,4	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	43,5	$4,2 \cdot 10^{-6}$	1,09	X
Mn/P	239,34	48,2	13320,7	257,57	46,0	14018,50	0,95	
P/Zn	0,11	38,1	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,09	51,4	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,80	X
Zn/P	11,66	72,3	71,1	16,84	84,9	204,52	0,35	
K/Ca	1,99	11,8	0,1	1,88	18,5	0,12	0,45	X
Ca/K	0,51	11,3	$3,3 \cdot 10^{-3}$	0,55	21,2	0,01	0,24	

TABELA 2 – Continuação...

Relação	Grupo de baixa produtividade			Grupo de referência			S ² _b /S ² _r	Relação Selecionada
	Média	CV (%)	S ²	Média	CV (%)	S ²		
K/Mg	6,93	15,7	1,2	7,25	23,7	2,94	0,40	X
Mg/K	0,15	15,0	4,9.10 ⁻⁴	0,15	27,0	1,6.10 ⁻³	0,31	
K/S	13,11	13,1	3,0	13,17	16,8	4,88	0,60	X
S/K	0,08	12,5	9,4.10 ⁻⁵	0,08	19,4	2,3.10 ⁻⁴	0,40	
K/B	0,35	28,9	1,1.10 ⁻²	0,31	29,8	0,01	1,26	X
B/K	3,02	25,4	0,6	3,64	39,8	2,10	0,28	
K/Cu	0,92	42,2	0,2	0,67	58,5	0,16	0,97	X
Cu/K	1,40	64,7	0,8	2,26	77,9	3,10	0,26	
K/Fe	0,19	24,7	2,2.10 ⁻³	0,21	23,4	2,5.10 ⁻³	0,88	
Fe/K	5,58	25,9	2,1	4,94	24,5	1,47	1,43	X
K/Mn	0,07	41,8	7,5.10 ⁻⁴	0,06	43,9	7,3.10 ⁻⁴	1,03	X
Mn/K	18,27	45,3	68,7	20,35	51,6	110,36	0,62	
K/Zn	1,39	32,4	0,2	1,15	47,7	0,30	0,67	X
Zn/K	0,88	72,0	0,4	1,31	89,9	1,40	0,29	
Ca/Mg	3,50	11,7	0,2	3,85	14,9	0,33	0,51	
Mg/Ca	0,29	11,6	1,1.10 ⁻³	0,27	14,7	1,5.10 ⁻³	0,75	X
Ca/S	6,64	12,2	0,7	7,12	18,1	1,66	0,40	
S/Ca	0,15	11,6	3,2.10 ⁻⁴	0,14	18,4	7,1.10 ⁻⁴	0,44	X
Ca/B	0,18	28,3	2,6.10 ⁻³	0,16	26,1	1,8.10 ⁻³	1,41	X
B/Ca	5,94	25,3	2,3	6,61	32,2	4,53	0,50	
Ca/Cu	0,47	43,2	4,1.10 ⁻²	0,36	56,4	0,04	1,01	X
Cu/Ca	2,78	68,6	3,6	4,01	65,2	6,83	0,53	
Ca/Fe	0,10	23,1	4,9.10 ⁻⁴	0,12	28,8	1,1.10 ⁻³	0,43	
Fe/Ca	10,97	23,8	6,8	9,27	29,7	7,57	0,90	X
Ca/Mn	0,03	39,1	1,7.10 ⁻⁴	0,03	46,1	2,4.10 ⁻⁴	0,70	X
Mn/Ca	35,75	44,3	250,4	37,98	53,5	412,55	0,61	
Ca/Zn	0,70	32,4	0,1	0,61	42,9	0,07	0,77	X
Zn/Ca	1,74	72,2	1,6	2,39	90,1	4,62	0,34	
Mg/S	1,92	13,9	0,1	1,87	19,1	0,13	0,55	
S/Mg	0,53	14,4	5,8.10 ⁻³	0,55	17,9	0,01	0,60	X
Mg/B	0,05	29,5	2,3.10 ⁻⁴	0,04	28,8	1,5.10 ⁻⁴	1,49	X
B/Mg	20,56	22,3	21,1	25,17	31,6	63,43	0,33	
Mg/Cu	0,13	43,6	3,4.10 ⁻³	0,10	62,0	3,5.10 ⁻³	0,98	X
Cu/Mg	9,50	62,4	35,1	15,43	68,1	110,59	0,32	
Mg/Fe	0,03	24,5	4,6.10 ⁻⁵	0,03	27,3	7,0.10 ⁻⁵	0,65	X
Fe/Mg	38,09	22,9	76,3	35,38	31,9	127,59	0,60	
Mg/Mn	0,01	41,6	1,6.10 ⁻⁵	0,01	46,9	1,7.10 ⁻⁵	0,94	X
Mn/Mg	126,98	52,5	4438,7	144,02	52,4	5695,07	0,78	
Mg/Zn	0,20	29,7	3,5.10 ⁻³	0,16	43,9	4,8.10 ⁻³	0,73	X
Zn/Mg	5,88	60,8	12,8	8,88	82,8	54,11	0,24	

TABELA 2 – Continuação...

Relação	Grupo de baixa produtividade			Grupo de referência			S ² _v /S ² _r	Relação Selecionada
	Média	CV (%)	S ²	Média	CV (%)	S ²		
S/B	0,03	25,4	4,7.10 ⁻⁵	0,02	28,2	4,4.10 ⁻⁵	1,08	X
B/S	39,01	23,4	83,6	46,75	35,9	281,35	0,30	
S/Cu	0,07	39,1	7,5.10 ⁻⁴	0,05	56,6	8,4.10 ⁻⁴	0,88	X
Cu/S	17,88	61,8	121,9	28,49	68,5	381,43	0,32	
S/Fe	0,01	21,9	1,0.10 ⁻⁵	0,02	20,7	1,2.10 ⁻⁵	0,88	
Fe/S	72,35	24,6	317,9	63,90	23,5	225,42	1,41	X
S/Mn	0,01	40,5	4,2.10 ⁻⁶	4,7.10 ⁻³	41,5	3,7.10 ⁻⁶	1,11	X
Mn/S	237,65	47,0	12456,8	258,86	46,8	14701,57	0,85	
S/Zn	0,11	33,2	1,3.10 ⁻³	0,09	49,0	1,9.10 ⁻³	0,67	X
Zn/S	11,45	71,1	66,1	17,07	90,1	236,69	0,28	
B/Cu	2,71	46,9	1,6	2,48	81,9	4,13	0,39	
Cu/B	0,48	65,5	0,1	0,66	67,2	0,20	0,50	X
B/Fe	0,55	23,9	1,8.10 ⁻²	0,77	42,0	0,11	0,17	
Fe/B	1,91	25,4	0,2	1,51	38,3	0,34	0,70	X
B/Mn	0,20	43,0	7,0.10 ⁻³	0,21	48,6	0,01	0,65	
Mn/B	6,51	57,9	14,2	6,08	56,9	11,96	1,19	X
B/Zn	4,10	39,0	2,6	3,80	48,1	3,34	0,76	X
Zn/B	0,30	60,9	3,3.10 ⁻²	0,35	68,1	0,06	0,58	
Cu/Fe	0,26	74,0	3,8.10 ⁻²	0,49	78,6	0,15	0,25	
Fe/Cu	5,05	46,1	5,4	3,51	74,9	6,91	0,78	X
Cu/Mn	0,09	86,0	6,6.10 ⁻³	0,14	83,5	0,01	0,47	
Mn/Cu	16,94	61,8	109,6	14,92	94,8	199,98	0,55	X
Cu/Zn	1,77	50,7	0,8	2,05	51,0	1,10	0,74	X
Zn/Cu	0,79	102,4	0,7	0,77	123,1	0,90	0,73	
Fe/Mn	0,36	43,1	2,4.10 ⁻²	0,29	39,4	0,01	1,88	X
Mn/Fe	3,44	53,3	3,4	4,06	40,7	2,73	1,23	
Fe/Zn	7,74	41,7	10,4	5,85	62,8	13,52	0,77	X
Zn/Fe	0,16	64,9	1,1.10 ⁻²	0,28	91,5	0,07	0,17	
Mn/Zn	25,76	56,6	212,6	24,66	81,6	405,33	0,52	
Zn/Mn	0,06	109,7	4,6.10 ⁻³	0,08	97,3	0,01	0,73	X

TABELA 3 – Normas DRIS preliminares para a cultura do cafeeiro.

Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.2, p.269-282, mar./abr., 2002

Relação	Média	CV (%)	Relação	Média	CV (%)	Relação	Média	CV (%)
N/P	20,3	11,6	K/Ca	1,88	18,5	Mg/Fe	$3,07 \cdot 10^{-2}$	27,3
K/N	0,647	15,4	K/Mg	7,25	23,7	Mg/Mn	$8,79 \cdot 10^{-3}$	46,9
N/Ca	2,93	15,0	K/S	13,2	16,8	Mg/Zn	0,159	43,9
Mg/N	$9,24 \cdot 10^{-2}$	18,8	K/B	0,307	29,8	S/B	$2,35 \cdot 10^{-2}$	28,2
S/N	$4,98 \cdot 10^{-2}$	14,3	K/Cu	0,675	58,5	S/Cu	$5,14 \cdot 10^{-2}$	56,6
N/B	0,477	28,2	Fe/K	4,94	24,5	Fe/S	63,90	23,5
N/Cu	1,06	59,0	K/Mn	$6,14 \cdot 10^{-2}$	43,9	S/Mn	$4,66 \cdot 10^{-3}$	41,5
Fe/N	3,16	24,5	K/Zn	1,15	47,7	S/Zn	$8,87 \cdot 10^{-2}$	49,0
N/Mn	$9,55 \cdot 10^{-2}$	43,1	Mg/Ca	0,266	14,7	Cu/B	0,662	67,2
N/Zn	1,81	49,2	S/Ca	0,145	18,4	Fe/B	1,51	38,3
P/K	$7,87 \cdot 10^{-2}$	16,4	Ca/B	0,164	26,1	Mn/B	6,08	56,9
P/Ca	0,146	16,9	Ca/Cu	0,357	56,4	B/Zn	3,80	48,1
Mg/P	1,86	19,5	Fe/Ca	9,27	29,7	Fe/Cu	3,51	74,9
P/S	1,02	17,2	Ca/Mn	$3,35 \cdot 10^{-2}$	46,1	Mn/Cu	14,9	94,8
P/B	$2,37 \cdot 10^{-2}$	28,8	Ca/Zn	0,606	42,9	Cu/Zn	2,05	51,0
P/Cu	$5,42 \cdot 10^{-2}$	68,2	S/Mg	0,552	17,9	Fe/Mn	0,286	39,4
Fe/P	63,3	21,1	Mg/B	$4,32 \cdot 10^{-2}$	28,8	Fe/Zn	5,85	62,8
P/Mn	$4,72 \cdot 10^{-3}$	43,5	Mg/Cu	$9,55 \cdot 10^{-2}$	62,0	Zn/Mn	$8,13 \cdot 10^{-2}$	97,3
P/Zn	$9,00 \cdot 10^{-2}$	51,4						

Avaliação da normalidade dos dados

Todas as relações entre nutrientes selecionadas como normas DRIS apresentaram distribuição normal de produção em função da razão entre nutrientes. A Figura 2 ilustra a distribuição normal observada para a relação N/P, ao passo que a Figura 3 ilustra a relação Zn/Cu, que não seguiu a distribuição normal e tampouco foi selecionada como integrante das normas DRIS. É importante que as normas DRIS estejam baseadas em uma distribuição normal, caso contrário, a média calculada para uma relação entre nutrientes (normas DRIS) pode diferir do verdadeiro valor obtido em uma lavoura de produtividade desejada (Walworth & Sumner, 1986).

Análise de Correlação

Na Tabela 4, encontram-se os coeficientes de correlação entre teores foliares de nutrientes e respectivos índices DRIS. Verificam-se correlações positivas e significativas ($p < 0,01$) entre teores foliares de nutrientes e respectivos índices DRIS. Essa correlação positiva e significativa aumenta a segurança para utilização das

normas DRIS desenvolvidas neste trabalho, pois baixos teores de nutrientes estiveram associados a baixos índices DRIS, indicando limitação nutricional. Nitrogênio e enxofre apresentaram os menores coeficientes de correlação (0,47 e 0,55, respectivamente), embora significativos. Como o presente trabalho faz parte de um projeto em que serão executadas novas amostragens, esses coeficientes de correlação poderão aumentar com a inclusão de novas amostras no banco de dados utilizado para estabelecer os padrões de referências do DRIS e refinamento das normas DRIS.

Não foram observadas correlações significativas entre teores de nutrientes e a produtividade de café. Como os teores de nutrientes utilizados neste trabalho não foram obtidos de experimentos de adubação, em que se pode variar a dose de um nutriente e controlar a dose dos demais, a obtenção de correlação significativa é pouco provável. Por exemplo, é possível encontrar casos em que o teor de potássio é considerado satisfatório para a obtenção de alta produtividade, a qual não ocorre em virtude de uma limitação por parte do baixo teor de fósforo.

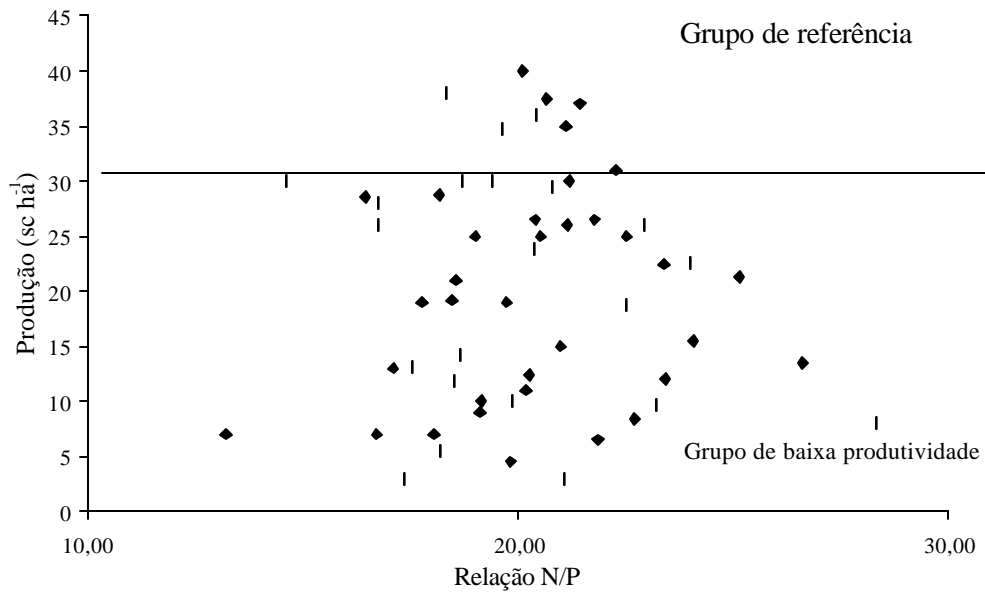


FIGURA 2 – Distribuição de produção de café (sc ha⁻¹) em função da relação N/P.

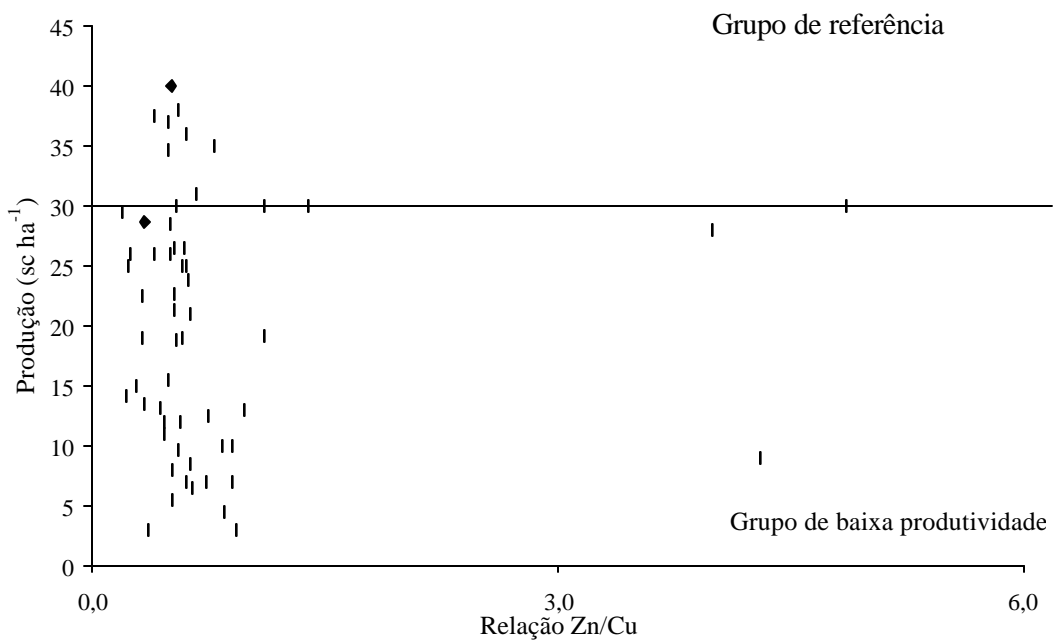


FIGURA 3 – Distribuição de produção de café (sc ha⁻¹) em função da relação Zn/Cu.

TABELA 4 – Coeficientes de correlação entre teores de nutrientes e seus respectivos índices DRIS (IN, IP, IK, ICa, IMg, IS, IB, ICu, IFe, IMn e IZn).

Variável	Variável	Observações	Coefficiente de correlação
N	IN	75	0,47**
P	IP	75	0,68**
K	IK	75	0,65**
Ca	ICa	75	0,66**
Mg	IMg	75	0,74**
S	IS	75	0,55**
B	IB	75	0,92**
Cu	ICu	75	0,93**
Fe	IFe	75	0,86**
Mn	IMn	75	0,96**
Zn	IZn	75	0,99**

** significativo a 1% de probabilidade.

AGRADECIMENTOS

Ao CDPC, por meio do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento/Café, pelos recursos cedidos ao projeto de pesquisa. Às cooperativas CAPEBE-Cooperativa Agropecuária de Boa Esperança Ltda., COCATREL-Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Três Pontas Ltda. E MINASUL-Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Varginha Ltda., à EPAMIG e à Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Amparo, pelo apoio durante a seleção de lavouras cafeeiras e coleta de amostras foliares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELES, D.E.; SUMNER, M.E.; BARBOUR, N.W. Preliminary nitrogen, phosphorus, and potassium DRIS norms for pineapple. *Hortscience*, Alexandria, v.25, n.6, p.652-655, June, 1990.

ARBOLEDA, C.V.; ARCILA, J.P.; MARTINEZ, R.B. Sistema integrado de recomendación y diagnosis: una alternativa para la interpretación de resultados del análisis foliar en café. *Agronomía Colombiana*, Bogota, v.5, n.1, p.17-30, ene/dic, 1988.

BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M.; KILPATRICK, D.J. The diagnosis and recommendation integrated system

(DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I. Model establishment. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.197, n.1, p.127-135, Sept, 1997.

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, May/June, 1996.

BEAULFILS, E.R. Diagnosis e recommendation integrated system (DRIS). A General Scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. *Bulletin of Soil Science*, Pietermaritzburg, v.1, n.1, 132 p. 1973.

BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. *Fertilizer Society South African Journal*, Pietermaritzburg, v.1, n.1, p.1-30, 1971.

BERGMANN, W. *Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis*. New York: G. Fisher, 1992. 741 p.

BEVERLY, R.B. *A practical guide to the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. Athens: Micro-Macro Pub., 1991. 150 p.

- BEVERLY, R.B.; STARK, J.C.; OJALA J.C.; EMBLETON, T.W. Nutrient diagnosis of "Valencia" oranges by DRIS. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, Alexandria, v.109, n.5, p.649-654, Sept, 1984.
- BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S.; PLANCK, C.O. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.17, n.3, p. 237-256, 1986.
- CALDWELL, J.O.N.; SUMNER, M.E.; VAVRINA, C.S. Development and testing of preliminary foliar DRIS norms for onions. **Hortscience**, Alexandria, v.29, n.12, p.1501-1504, Dec,1994.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1983. 292 p.
- CERDÁ, A.; NIEVES, M.; MARTINEZ, V. An evaluation of mineral analysis of "Verna" lemons by DRIS. **Communication Soil Science Plant Analysis**, New York, v.26, n.9/10, p.1697-1707, 1995.
- COSTA, A.N. da. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no estado do Espírito Santo**. 1995. 95 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DAVEE, D.E.; RIGHETTI, T.L.; FALLAHI, E.; ROBBINS, S. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitation on yield in "napoleon" sweet cherry. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.6, p.988-993, Nov, 1986.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.3, p.466-470, May/June, 1984.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Sugarcane response to P, K and DRIS corrective treatments on Florida Histosols. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.1, p.79-83, Jan/Feb, 1983.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.3, p.506-508, May/June, 1985.
- ESCANO, C.R.; JONES, C.A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn on Hydric Dystrandepts: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.45, n.6, p.1140-1144, Dec, 1981.
- HANSON, R.G. DRIS evaluation of N, P, K status of determinant soybeans in Brazil. **Communication in Soil Science and Plant Nutrition**, New York, v.12, n.9, p.933-948, 1981.
- HARTZ, T.K.; MIYAO, E.M.; VALENCIA, J.G. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. **Hortscience**, Alexandria, v.33, n.5, p.830-832, Aug, 1998.
- JONES JUNIOR, J.B. Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the USA. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.33, n.8, p.1039-1043, 1993.
- JONES JUNIOR, J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro Pub., 1991. 213 p.
- LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MACKAY, D.C.; CAREFOOT, J.M.; ENTZ, T. Evaluation of the DRIS procedure for assessing the nutritional status of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Communication Soil Science Plant Analysis**, New York, v.18, n.12, p.1331-1353, 1987.
- MALAVOLTA, E.; FERNADEZ, D.R.; ROMERO, J.P. Seja doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.64, p.3-13, Dec, 1993.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MELDAL-JOHNSEN, A.; SUMNER, M.E. Foliar diagnostic norms for potatoes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.2, n.5, p.569-576, 1980.
- MILLS, H.A.; JONES JUNIOR, J.B. **Plant analysis handbook II**. 2.ed. Athens: Micro-Macro Pub., 1996. 422 p.
- PAYNE, G.G.; REHCIGL, J.E.; STEPHENSON, R.L. Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.5, p.930-934, Sept/Oct, 1990.
-
- Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.2, p.269-282, mar./abr., 2002

- PEVERILL, K.I. Soil testing and plant analysis in Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.33, n.8, p.963-971, 1993.
- RAGHUPATHI, H.B.; BHARGAVA, B.S. Diagnosis of nutrient imbalance in pomegranate by diagnosis and recommendation integrated system and compositional nutrient diagnosis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.29, n.1/2, p.2881-2892, 1998.
- RATHFON, R.A.; BURGER, J.A. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) nutrient norms for Fraser fir Christmas trees. **Forest Science**, Virginia, v.37, n.4, p.998-1010, Sept, 1991.
- REIS JUNIOR, R.A. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)**. 1999. 141 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis: an interpretation manual**. 2.ed. Melbourne: Inkata Press, 1988. 218 p.
- RODRIGUEZ, M.J.; BESGA, G.S. Derivation and testing nutrient norms for white clover. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., Nice, 1989. **Proceedings...** Nice: ISG, 1989. p.53-54.
- SANCHEZ, C.A.; SNYDER, G.H.; BURDINE, H.W. DRIS evaluation of the nutritional status of crisphead lettuce. **Hortscience**, Alexandria, v.26, n.3, p.274-276, Mar, 1991.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.
- SCHALLER, K.; LÖHNERTZ, O.; MICHEL, H. Improvements of the DRIS-system and first experiences in grapevine nutrition with special consideration of the compositional nutrient diagnosis approach. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.383, p.171-198, 1995.
- SNYDER, G.H.; KRETSCHMER, A.E.A. DRIS analysis for bahiagrass pastures. **Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings**, Belle Glade, v.47, p.56-59, 1988.
- SOLTANPOUR, P.N.; MALAKOUTI, M.J.; RONAGHI, A. Comparison of DRIS and nutrient sufficient range of corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.59, n.1, p.133-139, Jan/Feb, 1995.
- SUMNER, M.E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norm for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.2, p.226-230, Mar/Apr, 1977a.
- SUMNER, M.E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norm for wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.8, n.2, p.149-167, 1977b.
- SVENSON, G.A.; KIMBERLEY, M.O. Can DRIS improve diagnosis nutrient deficiency in *Pinus radiata*? **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.18, n.1, p.33-42, Jan/Apr, 1988.
- SZÜCS, E.; KALLAY, T.; SZENCI, G. Determination of DRIS indices for apple (*Malus domestica* Borkh). **Acta Horticulturae**, Leuven, v.274, p.443-721, 1990.
- 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, 1987.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. Foliar diagnosis: a review. In: TINKER, B. P. (Ed.). **Advances in plant nutrition**. New York: Elsevier, 1986. p.193-241.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; ISAAC, R.A.; PLANK, C.O. Preliminary DRIS norms for alfalfa in the Southeastern United States and a comparison with the Midwest norms. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.6, p.1046-1052, Nov/Dec, 1986.
- ZAMBELLO JUNIOR, E.; HAAG, H.P.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, v.3, n.10, p.5-32, Set, 1981.
- ZAMBELLO JUNIOR, E.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em três soqueiras de cana-de-açúcar. **Saccharum STAB**, Piracicaba, v.3, n.4, p.23-28, Apr, 1980.