



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Brasil

REIS JR., R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G.  
DIAGNOSE NUTRICIONAL DE CAFEEIROS DA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS: NORMAS DRIS  
E TEORES FOLIARES ADEQUADOS

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 26, núm. 3, 2002, pp. 801-808

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218340026>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

 redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# DIAGNOSE NUTRICIONAL DE CAFEEIROS DA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS: NORMAS DRIS E TEORES FOLIARES ADEQUADOS<sup>(1)</sup>

R. A. REIS JR.<sup>(2)</sup>, J. B. CORRÊA<sup>(3)</sup>,  
J. G. CARVALHO<sup>(4)</sup> & P. T. G. GUIMARÃES<sup>(5)</sup>

## RESUMO

O sul do estado de Minas Gerais é um importante pólo da cafeicultura nacional, apesar de ainda apresentar baixas produtividades. A diagnose foliar, mediante o uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e dos teores foliares de referência, destaca-se dentre as ferramentas potenciais que permitem usar eficientemente os adubos. Considerando a inexistência de padrões locais estabelecidos para *Coffea arabica* L. na região sul de Minas Gerais, torna-se necessário verificar a validade dos padrões gerados em outras regiões. Assim, este trabalho objetivou: comparar os diagnósticos nutricionais de lavouras cafeeiras do sul de Minas Gerais obtidos de padrões publicados na literatura, estabelecer normas DRIS e propor teores foliares de referência para a diagnose nutricional de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) nessa região. Os padrões propostos na literatura resultaram em diferentes diagnoses nutricionais das lavouras avaliadas nas safras 98/99 e 99/00. Normas DRIS foram estabelecidas para cafeeiros do sul de Minas Gerais e utilizadas para propor teores foliares adequados. Além disso, foram propostos os valores para N (34,7 g kg<sup>-1</sup>), P (1,72 g kg<sup>-1</sup>), K (22,1 g kg<sup>-1</sup>), Ca (11,8 g kg<sup>-1</sup>), Mg (3,06 g kg<sup>-1</sup>), S (1,78 g kg<sup>-1</sup>), B (65,9 mg kg<sup>-1</sup>), Cu (37,1 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (110,7 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (372,3 mg kg<sup>-1</sup>) e Zn (17 mg kg<sup>-1</sup>) como teores adequados para diagnose nutricional de cafeeiros no sul de Minas Gerais.

**Termos de indexação:** Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação, *Coffea arabica*, análise foliar, níveis críticos.

<sup>(1)</sup> Trabalho financiado pelo CBP&D/Café. Recebido para publicação em julho de 2001 e aprovado em maio de 2002.

<sup>(2)</sup> Pesquisador do Setor de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, Fundação Chapadão. Caixa Postal 39, CEP 79560-000 Chapadão do Sul (MS). E-mail: reisjr@hotmail.com

<sup>(3)</sup> Pesquisador do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras – UFLA. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG). E-mail: jbcorreia@ufla.br

<sup>(4)</sup> Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo, UFLA. E-mail: janicegc@ufla.br

<sup>(5)</sup> Pesquisador, EPAMIG.

**SUMMARY: NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF COFFEE PLANTATIONS IN SOUTHERN MINAS GERAIS STATE, BRAZIL: DRIS NORMS AND ADEQUATE FOLIAR CONTENTS**

*The Southern part of Minas Gerais State is an important coffee producer region in Brazil. Though coffee yields are still quite low. Plant tissue analysis based on sufficiency ranges as well as the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) are important tools for the correct use of fertilizers. However, as local standards are not yet obtained for Coffea arabica in that region, recognition as well as calibration of reference values used elsewhere are called for. Objectives of this study were: (i) to compare nutritional diagnostics for coffee plantations of the region referred to, derived from standards published in literature, (ii) to establish DRIS norms, and (iii) to suggest adequate foliar contents for nutritional diagnoses of coffee plantations in southern Minas Gerais State, Brazil. The use of reference values suggested in literature brought forth different nutritional diagnoses for the crop years 98/99 and 99/00. DRIS norms were established and nutritional foliar standards for coffee plantations in Southern Minas Gerais State suggested as follows: N = 34.7 g kg<sup>-1</sup>, P = 1.72 g kg<sup>-1</sup>, K = 22.1 g kg<sup>-1</sup>, Ca = 11.8 g kg<sup>-1</sup>, Mg = 3.06 g kg<sup>-1</sup>, S = 1.78 g kg<sup>-1</sup>, B = 65.9 mg kg<sup>-1</sup>, Cu = 37.1 mg kg<sup>-1</sup>, Fe = 110.7 mg kg<sup>-1</sup>, Mn = 372.3 mg kg<sup>-1</sup>, and Zn = 17.0 mg kg<sup>-1</sup>.*

*Index terms: Diagnosis and Recommendation Integrated System, Coffea arabica, foliar analysis, critical levels.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante produtor e exportador de café. Na safra 1998/99, foram produzidos 35,8 milhões de sacas de 60 kg, correspondendo a 33 % da produção mundial (FNP, 1999). O estado de Minas Gerais foi o principal produtor, com 50,9 % da produção brasileira na safra 1998/99 (Anuário..., 1999). Na região sul de Minas Gerais, encontra-se o principal polo cafeeiro, com cerca de 51 % da produção de café deste estado, onde aproximadamente 36 % das propriedades têm produtividade entre 0 e 10 sacos/ha de café, 41 % entre 10 e 20 sc ha<sup>-1</sup> e 23 % superior a 20 sc ha<sup>-1</sup>. Pelo exposto, nota-se que, embora a região sul de Minas Gerais produza grande quantidade de café, a produtividade média da cultura é baixa.

O fertilizante é um dos insumos que mais contribui para o aumento da produtividade das culturas. Assim, a exportação de nutrientes pelo cafeeiro mostra a necessidade de adequada adubação para a cultura atingir altas produtividades. Além disso, a adubação representa um percentual significativo dos custos de produção do cafeeiro. Segundo a FNP Consultoria e Comércio (1999), ela representa 36,8 % dos custos com insumos na fase de formação da lavoura e 43,9 % na sua fase de produção. Portanto, as adubações devem seguir critérios rígidos visando sua otimização para obter maior produtividade com menor custo.

A otimização pode ser obtida com a correta aplicação de nutrientes, no que se refere à quantidade, época e forma de aplicação. A diagnose nutricional de plantas é uma ferramenta que permite

planejar, avaliar e calibrar as recomendações de adubação nas lavouras de café. Esta diagnose pode ser realizada pela avaliação dos resultados de análise química foliar (diagnose química foliar), a qual permite identificar e corrigir as deficiências e os desequilíbrios nutricionais na planta (Meldal-Johnsen & Sumner, 1980; Baldock & Schulte, 1996), além de monitorar e avaliar a eficiência do programa de adubação de determinada cultura (Meldal-Johnsen & Sumner, 1980) e a fertilidade do solo (Dara et al., 1992).

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) destaca-se, pela sua eficácia, dentre as ferramentas utilizadas para a realização da diagnose nutricional. Esse sistema, desenvolvido por Beaufils (1973), baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando as razões entre um nutriente (ex.: N) e cada um dos demais nutrientes (ex.: N/P, N/K, etc) da amostra sob diagnose com padrões de referência (normas DRIS). O índice DRIS negativo indica que o nutriente está em deficiência relativa, enquanto o índice DRIS positivo indica excesso relativo do referido nutriente. Considerase determinado nutriente em perfeito equilíbrio com os demais quando o seu índice DRIS é igual a zero (Payne et al., 1990). Os índices dos nutrientes em uma amostra podem variar de positivos a negativos, mas o somatório destes índices sempre é igual a zero (Elwali & Gascho, 1983). O somatório dos valores absolutos destes índices resulta no Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN) (Baldock & Schulte, 1996), o qual expressa o grau de equilíbrio nutricional da lavoura amostrada. Quanto menor o IEN, menor é o desequilíbrio entre os nutrientes (Snyder & Kretschmer, 1988).

Normas DRIS para a avaliação do estado nutricional do cafeiro (*C. arabica* L.) já foram estabelecidas por vários pesquisadores (Arboleda et al., 1988; Costa & Prezotti, 1997). Todavia, estas foram desenvolvidas sob condições edafoclimáticas diferentes daquelas encontradas na região sul de Minas Gerais. O uso de normas DRIS em locais diferentes de onde estas foram estabelecidas tem sido questionado (Hallmark & Beverly, 1991), dadas as diferenças encontradas entre as normas geradas a partir de populações e locais distintos (Walworth et al., 1986; Bataglia & Santos, 1990; Dara et al., 1992), demonstrando que as normas DRIS não são inteiramente independentes de condições locais (Jones Jr., 1993). Como ainda não foram estabelecidas normas DRIS para cafeeiros na região sul de Minas Gerais, torna-se necessário que elas sejam determinadas e efetivamente utilizadas para avaliar o estado nutricional do cafeiro nessa região.

Além do DRIS, a comparação de teores foliares com valores de referência (teores, considerados adequados) também pode ser utilizada para avaliar o estado nutricional de plantas. Em virtude de vários padrões publicados na literatura para medir o estado nutricional de cafeeiros, os quais foram estabelecidos sob diferentes condições daquelas encontradas no sul de Minas Gerais, torna-se necessário avaliar os resultados de tais padrões de diagnose, para que o cafeicultor possa utilizá-los de forma correta e segura durante a avaliação do estado nutricional de suas lavouras. A obtenção destes padrões normalmente envolve a realização de uma série de experimentos com doses crescentes de nutrientes, demandando tempo e esforço por parte dos pesquisadores.

Para determinar teores foliares adequados, tem sido adotado novo método, que utiliza índices obtidos com o DRIS. Esse método consiste em ajustar um modelo matemático para os índices DRIS de um nutriente conforme seu teor foliar; o teor foliar que resultar no modelo ajustado igual a zero é considerado como teor adequado. Tal método já foi utilizado por Oliveira & Cassol (1995), para determinar níveis de suficiência para soja, e por Reis Jr. (1999), para propor teores adequados para cana-de-açúcar.

Os objetivos deste trabalho foram: (a) comparar os diagnósticos nutricionais de lavouras cafeeiras do sul de Minas Gerais, obtidos de padrões publicados na literatura; (b) estabelecer as normas DRIS para cafeeiros dessa região; (c) propor valores de teores foliares de referência para a diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais por meio do DRIS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Avaliação do estado nutricional dos cafeeiros

Em 75 lavouras cafeeiras da região sul de Minas Gerais (onde a assistência técnica é prestada pelas

cooperativas situadas nos municípios de Boa Esperança, Machado, Três Pontas, Varginha e Santo Antônio do Amparo), foram coletadas amostras foliares e respectivas produtividades nas safras 98/99 e 99/00.

A amostra foliar foi formada por 100 pares de folhas, coletando-se o 3º par de folhas de ramos produtivos na altura mediana do cafeiro, quando os frutos estavam na fase de chumbinho. Após a coleta, as folhas foram analisadas quimicamente para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme método descrito por Sarruge & Haag (1974).

Os teores foliares foram submetidos à diagnose nutricional com os padrões propostos por Reuter & Robinson (1988), Jones Jr. et al. (1991), Mills & Jones Jr. (1996), Malavolta et al. (1993) e Malavolta et al. (1997) (Quadro 1).

### Estabelecimento de normas DRIS

Os teores foliares de nutrientes e respectivas produtividades de café foram divididos em três grupos: baixa (< 15 sc ha<sup>-1</sup>), média (15-40 sc ha<sup>-1</sup>) e alta (>40 sc ha<sup>-1</sup>) produtividade. O grupo de média produtividade foi adotado como grupo de referência, conforme sugestão de Beaufils (1973), já que, segundo esse autor, neste nível de produtividade há melhor representatividade da variabilidade das relações entre nutrientes.

A média, o coeficiente de variação e a variância para as razões entre os teores dos nutrientes foram calculados para os grupos de referência e de baixa produtividade. Para cada par de nutriente, a forma de expressão que forneceu a maior razão de variância entre o grupo de baixa produtividade e de referência foi selecionada como o parâmetro a ser usado no DRIS, conforme descrito por Walworth et al. (1986) e Hartz et al. (1998).

### Proposição de teores foliares de referência para a diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais

Índices DRIS foram calculados para todas as amostras foliares:

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

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

ou

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

**Quadro 1. Teores foliares adequados de macro e micronutrientes para o cafeeiro**

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
g kg <sup>-1</sup>											
Reuter & Robinson (1988)	25-30	1,5-2,0	21-26	7,5-15,0	2,5-4,0	0,2-1,0	40-100	16-20	70-200	50-100	15-30
Jones Jr. et al. (1991); Mills & Jones Jr. (1996)	23-30	1,2-2,0	20-25	10-25	2,5-4,0	1,0-2,0	40-75	10-25	70-125	50-200	12-30
Malavolta et al. (1993)	27-32	1,5-2,0	19-24	10-14	3,1-3,6	1,5-2,0	59-60	8-16	90-180	120-210	8-16
Malavolta et al. (1997)	29-32	1,6-1,9	22-25	13-15	4,0-4,5	1,5-2,0	50-60	11-14	100-130	80-100	15-20

Amostragem: 3º e 4º pares de folhas a partir da ponta, ramos produtivos a meia-altura, durante a primavera-verão.

sendo:

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

Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, ..., Y<sub>n</sub> - nutrientes que aparecem no denominador das relações com o nutriente X;

Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, ..., Z<sub>m</sub> - nutrientes que aparecem no numerador das relações com o nutriente X;

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

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

Z<sub>m</sub>/X - relação entre os teores dos nutrientes Z e X da amostra a ser submetida ao DRIS;

X/Y<sub>n</sub> - relação entre os teores dos nutrientes X e Y da amostra a ser submetida ao DRIS;

Z<sub>m</sub>/x - relação média entre os teores dos nutrientes Z e X, fornecida pelas normas DRIS;

x/y<sub>n</sub> - relação média entre os teores dos nutrientes X e Y, fornecida pelas normas DRIS;

CV<sub>(z/x)</sub> - coeficiente de variação da relação entre Z e X, fornecido pelas normas DRIS;

CV<sub>(x/y)</sub> - coeficiente de variação da relação entre X e Y, fornecido pelas normas DRIS;

k - constante de sensibilidade de valor arbitrário.

Foram ajustados, por meio de análise de regressão, modelos lineares ou logarítmicos (escolhendo-se aquele de maior r<sup>2</sup>) entre índices DRIS de determinado nutriente e respectivo teor foliar, usando o teor foliar como variável independente. Os modelos ajustados foram igualados a zero para estimar o valor do teor foliar do nutriente associado a índice DRIS nulo. Desta forma, propõe-se que este teor foliar seja considerado como adequado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação do estado nutricional dos cafeeiros do sul de Minas Gerais

Os padrões propostos por Reuter & Robinson (1988), Jones Jr. et al. (1991), Malavolta et al. (1993), Mills

& Jones Jr. (1996) e Malavolta et al. (1997) resultaram em diferentes diagnoses nutricionais das lavouras avaliadas nas safras 98/99 e 99/00 (Quadros 2 e 3).

O potássio mostrou-se como um dos nutrientes mais limitantes, indicado por todos os padrões utilizados na safra 98/99 (Quadro 2). Nesta safra, o fósforo foi um dos mais limitantes, segundo os padrões de Reuter & Robinson (1988), Malavolta et al. (1993) e Malavolta et al. (1997), enquanto nenhuma lavoura apresentou baixos teores de fósforo, segundo os padrões de Jones Jr. et al. (1991) e Mills & Jones Jr. (1996). Na safra 98/99, os padrões de Jones Jr. et al. (1991), Malavolta et al. (1993), Mills & Jones Jr. (1996) e Malavolta et al. (1997) indicaram o cálcio com um dos principais nutrientes limitantes, enquanto, segundo os padrões de Reuter & Robinson (1988), nenhuma lavoura apresentou baixos teores de cálcio.

A diagnose para fósforo na safra 99/00 foi semelhante à da safra anterior, na qual os padrões de Jones Jr. et al. (1991) e Mills & Jones Jr. (1996) indicaram baixa freqüência de lavouras com baixos teores de P (Quadro 2). Nessa safra, a diagnose obtida com base nos padrões de Reuter & Robinson (1988), Jones Jr. et al. (1991), Malavolta et al. (1993) e Mills & Jones Jr. (1996) para Ca (0 % de lavouras com baixos teores de Ca) diferiu daquela obtida com base nos padrões de Malavolta et al. (1997) (17,3 % de lavouras com baixos teores de cálcio).

Em relação aos micronutrientes (Quadro 3), apenas a diagnose em relação ao zinco foi semelhante entre os padrões utilizados, pois aqueles propostos por Reuter & Robinson (1988), Jones Jr. et al. (1991), Mills & Jones Jr. (1996) e Malavolta et al. (1997) indicaram o Zn como um dos principais nutrientes limitantes na safra 98/99, enquanto todos os padrões indicaram o Zn como um dos principais limitantes na safra 99/00.

As diagnoses para B e Fe apresentaram resultados conflitantes com os padrões utilizados neste trabalho, pois os padrões propostos por Malavolta et al. (1993) e Malavolta et al. (1997)

**Quadro 2. Freqüência de lavouras cafeeiras que apresentaram teores foliares baixos (B), adequados (Ad) e altos (A) de macronutrientes, segundo a diagnose nutricional obtida com base nos padrões de vários autores nas safras 98/99 e 99/00**

Teor foliar	Autor	Freqüência (%)											
		N		P		K		Ca		Mg		S	
		98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00
B	Reuter & Robinson (1988)	1,4	4,0	32,0	24,0	57,3	25,3	0,0	0,0	10,7	1,3	0,0	0,0
	Jones Jr. et al. (1991)	0,0	1,3	0,0	1,3	44,0	16,0	29,3	0,0	10,7	1,3	0,0	0,0
	Mills & Jones Jr. (1996)												
	Malavolta et al. (1993)	4,0	8,0	32,0	24,0	36,0	9,3	29,3	0,0	54,7	9,3	18,7	0,0
Malavolta et al. (1997)		8,0	9,3	49,3	62,7	68,0	30,7	86,7	17,3	94,7	58,7	18,7	0,0
Ad	Reuter & Robinson (1988)	0,0	1,3	0,0	1,3	44,0	16,0	29,3	0,0	10,7	1,3	0,0	0,0
	Jones Jr. et al. (1991)	18,7	21,3	97,3	97,3	50,7	73,3	70,7	100	85,3	65,3	100	6,7
	Mills & Jones Jr. (1996)												
Malavolta et al. (1993)		49,3	45,3	65,3	74,7	56,0	70,7	60,0	54,7	28,0	38,7	81,3	6,7
	Malavolta et al. (1997)	45,3	44,0	44,0	33,3	26,7	58,7	9,3	54,7	5,3	24,0	81,3	6,7
A	Reuter & Robinson (1988)	81,3	77,3	2,7	1,3	2,7	5,3	4,0	28,0	4,0	32,0	100	100
	Jones Jr. et al. (1991)	81,3	77,3	2,7	1,3	5,3	10,7	0,0	0,0	4,0	32,0	0,0	93,3
	Mills & Jones Jr. (1996)												
	Malavolta et al. (1993)	46,7	46,7	2,7	1,3	8,0	20,0	10,7	45,3	17,3	50,7	0,0	93,3
Malavolta et al. (1997)		46,7	46,7	6,7	4,0	5,3	10,7	4,0	28,0	0,0	16,0	0,0	93,3

**Quadro 3. Freqüência de lavouras cafeeiras que apresentaram teores foliares baixos (B), adequados (Ad) e altos (A) de micronutrientes, segundo a diagnose nutricional obtida com base nos padrões de vários autores nas safras 98/99 e 99/00**

Teor foliar	Autor	Freqüência (%)									
		B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00
B	Reuter & Robinson (1988)	1,3	5,3	9,3	13,3	1,3	6,7	0,0	0,0	42,7	54,7
	Jones Jr. et al. (1991)	1,3	5,3	0,0	0,0	1,3	6,7	0,0	0,0	18,7	41,3
	Mills & Jones Jr. (1996)										
	Malavolta et al. (1993)	38,7	30,7	0,0	0,0	25,3	24,0	0,0	5,3	0,0	17,3
Malavolta et al. (1997)		18,7	13,3	0,0	0,0	45,3	36,0	0,0	1,3	42,7	54,7
Ad	Reuter & Robinson (1988)	89,3	94,7	16,0	24,0	98,2	82,7	0,0	4,0	34,7	29,3
	Jones Jr. et al. (1991)	69,3	84,0	40,0	48,0	72,0	61,3	6,7	22,7	58,7	42,7
	Mills & Jones Jr. (1996)										
Malavolta et al. (1993)		60,0	68,0	9,3	14,7	74,7	64,0	9,3	20,0	49,3	40,0
	Malavolta et al. (1997)	21,3	18,7	2,7	8,0	36,0	36,0	0,0	2,7	21,3	13,3
A	Reuter & Robinson (1988)	9,3	0,0	74,7	62,7	0,0	10,7	100	96,0	22,7	16,0
	Jones Jr. et al. (1991)	29,3	10,7	60,0	52,0	26,7	32,0	93,3	77,3	22,7	16,0
	Mills & Jones Jr. (1996)										
	Malavolta et al. (1993)	21,3	5,3	90,7	85,3	0,0	12,0	90,7	74,7	50,7	42,7
Malavolta et al. (1997)		60,0	68,0	97,3	92,0	18,7	28,0	100	96,0	36,0	32,0

indicaram estes micronutrientes como os principais limitantes, enquanto que os padrões propostos por Reuter & Robinson (1988), Jones Jr. et al. (1991) e Mills & Jones Jr. (1996) não os indicaram como limitantes. Tal fato deveu-se aos menores valores adotados por esses autores como limites inferiores da faixa considerada adequada.

Estes resultados demonstram a necessidade de obtenção de valores mais apropriados para a diagnose nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais.

#### Estabelecimento de normas DRIS

Com base na relação entre um par de nutrientes que apresentou a maior razão entre variâncias do grupo de baixa produtividade e de referência, foram escolhidas 55 relações entre nutrientes como normas DRIS para a cultura do cafeiro no sul de Minas Gerais. Os valores médios das relações adotadas como normas DRIS, juntamente com seus respectivos coeficientes de variação, estão ilustrados no quadro 4. A importância deste critério de determinação das normas DRIS está discutido detalhadamente em Beaufils (1973).

#### Proposição de teores foliares de referência para a diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais

Foram ajustados modelos estatísticos entre os teores foliares dos nutrientes e os respectivos índices

DRIS (Quadro 5 e Figuras 1 e 2). Todos os índices DRIS aumentaram com seus respectivos teores de nutrientes. A correlação entre produtividade e teor de nutriente na planta é uma premissa para usar a análise de planta como critério de diagnose. Os índices DRIS podem ser usados para realizar a diagnose nutricional, no caso de existir uma correlação positiva entre teor de nutriente na planta e os referidos índices.

**Quadro 5. Modelos ajustados entre índices DRIS e teores foliares de nitrogênio (IN), fósforo (IP), potássio (IK), cálcio (ICa), magnésio (IMg), enxofre (IS), boro (IB), cobre (ICu), Fe (IFe), manganês (IMn) e zinco (IZn) para cafeeiros (*C. arabica* L.) do sul de Minas Gerais**

Modelo	R <sup>2</sup>
IN = -4,51 + 0,13 N	0,24
IP = -4,90 + 2,84 P	0,42
IK = -4,42 + 0,20 K	0,37
ICa = -3,06 + 0,26 Ca	0,65
IMg = -3,06 + 1,0 Mg	0,72
IS = -3,11 + 1,75 S	0,81
IB = -16,0 + 3,82 Ln B	0,80
ICu = -2,15 + 5,80.10 <sup>-2</sup> Cu	0,91
IFe = -19,91 + 4,23 Ln Fe	0,80
IMn = -19,18 + 3,24 Ln Mn	0,88
IZn = -8,98 + 3,17 Ln Zn	0,89

**Quadro 4. Normas DRIS para cafeeiros (*C. arabica* L.) do sul de Minas Gerais**

Relação	Média	C.V.	Relação	Média	C.V.	Relação	Média	C.V.	Relação	Média	C.V.
		%			%			%			%
N/P	20,7	11,4	P/B	0,0236	26,6	S/Ca	0,151	16,4	Fe/S	61,4	31,2
K/N	0,645	15,1	P/Cu	0,0635	54,1	Ca/B	0,184	30,4	S/Mn	0,00556	56,9
N/Ca	2,73	21,1	P/Fe	0,0154	25,0	Cu/Ca	3,00	75,7	Zn/S	13,6	108,9
N/Mg	10,5	23,0	P/Mn	0,00473	48,2	Fe/Ca	9,16	31,8	Cu/B	0,511	67,6
N/S	18,4	24,1	P/Zn	0,106	48,8	Mn/Ca	36,8	58,8	Fe/B	1,67	42,5
N/B	0,484	25,0	K/Ca	1,75	24,1	Zn/Ca	1,97	105,1	Mn/B	6,48	64,0
Cu/N	1,07	69,9	K/Mg	6,80	27,0	S/Mg	0,585	19,5	Zn/B	0,302	75,5
N/Fe	0,316	34,8	K/S	11,8	26,0	Mg/B	0,0477	28,8	Fe/Cu	4,51	63,2
N/Mn	0,0973	47,9	K/B	0,312	27,7	Cu/Mg	11,2	67,1	Cu/Mn	0,104	79,7
N/Zn	2,19	48,8	K/Cu	0,816	48,2	Mg/Fe	0,0313	30,9	Cu/Zn	1,90	46,4
P/K	0,0773	16,6	K/Fe	0,202	26,5	Mn/Mg	140,9	58,4	Mn/Fe	4,06	52,1
P/Ca	0,134	24,4	K/Mn	0,0620	47,6	Zn/Mg	7,28	96,8	Fe/Zn	7,85	73,8
P/Mg	0,514	24,7	K/Zn	1,39	48,3	S/B	0,0278	34,1	Zn/Mn	0,0680	107,6
P/S	0,906	27,9	Mg/Ca	0,263	15,1	Cu/S	20,1	76,2			

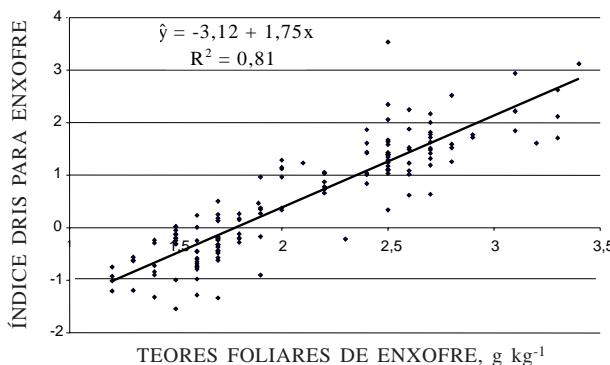
Analizando os modelos ajustados entre teores foliares de nutrientes e os respectivos índices DRIS, constata que, em determinado ponto da curva, o índice DRIS torna-se nulo (Figuras 1 e 2). Neste ponto, o teor foliar não estaria limitando nutricionalmente a capacidade produtiva da cultura, pois como o banco de dados utilizado para determinar os índices DRIS foi composto por amostras da mesma época, descartase o efeito da idade da planta sobre o teor foliar, permitindo que este teor, o qual resulta em índice DRIS nulo, seja usado para avaliar o estado

nutricional da cultura, de forma semelhante ao nível crítico. Estes teores foliares que resultaram em índices DRIS nulos poderiam ser considerados como teores adequados (Quadro 6), uma vez que a cultura, se apresentasse teores foliares inferiores ou superiores a este teor ótimo, apresentaria índices DRIS negativos ou positivos, respectivamente, os quais limitariam a capacidade produtiva da cultura por deficiência ou excesso nutricional, respectivamente.

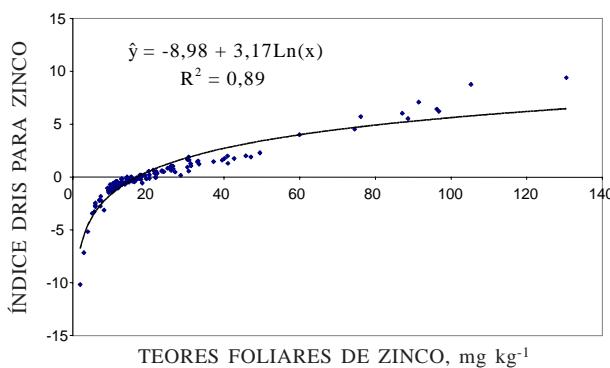
## CONCLUSÕES

1. Os diversos padrões propostos na literatura resultaram em diferentes diagnoses nutricionais das lavouras de cafeeiros no sul de Minas Gerais, avaliadas nas safras 98/99 e 99/00.

2. Os teores adequados para diagnose nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais são  $34,7 \text{ g kg}^{-1}$  para N, 1,72 para P, 22,1 para K, 11,8 para Ca, 3,06 para Mg, 1,78 para S,  $65,9 \text{ mg kg}^{-1}$  para B, 37,1 para Cu, 110,7 para Fe, 372,3 para Mn e 17 para Zn.



**Figura 1. Índices DRIS para enxofre, considerando seus teores foliares de cafeeiros (*C. arabica* L.) do sul de Minas Gerais.**



**Figura 2. Índices DRIS para zinco, considerando seus teores foliares de cafeeiros (*C. arabica* L.) do sul de Minas Gerais.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento/Café (CBPD/Café), às cooperativas CAPEBE, COCATREL e MINASUL, à EPAMIG e à Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Amparo, pelo apoio prestado.

## LITERATURA CITADA

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. Rio de Janeiro, Coffe Business 1999. (CD-ROM)
- ARBOLEDA, V.C.; ARCILA, P.J. & MARTINEZ, B.R. Sistema integrado de recomendación y diagnosis: una alternativa para la interpretación de resultados del análisis foliar en café. Agron. Colombiana, 5:17-30, 1988.
- BALDOCK, J.O. & SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. Agron. J., 88:448-456, 1996.

**Quadro 6. Teores foliares adequados de nutrientes para cafeeiros (*C. arabica* L.) do sul de Minas Gerais**

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\text{g kg}^{-1}$						$\text{mg kg}^{-1}$				
34,7	1,72	22,1	11,8	3,06	1,78	65,9	37,1	110,7	372,3	17,0

- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. & SANTOS, W.R. Diagnose Visual e análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Anais. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.369-404.
- BATAGLIA, O.C. & SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). *R. Bras. Ci. Solo*, 14:339-344, 1990.
- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Pietermaritzburg, University of Natal, South Africa, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1)
- COSTA, A.N. & PREZOTTI, L.C. Padrão de referência para o uso do DRIS na avaliação nutricional do café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997, Manhuaçu. Anais. Manhuaçu: MAA/CBPeD-Café, 1997. p.191-192.
- 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. *Agron. J.*, 84:1006-1010, 1992.
- ELWALI, A.M.O. & GASCHO, G.J. Sugarcane response to P, K and DRIS corrective treatments on Florida Histosols. *Agron. J.*, 75:79-83, 1983.
- FNP Consultoria e Comércio. Agrianual 99. São Paulo, 1999. 453p.
- HALLMARK, W.B. & BEVERLY, R.B. Review an update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. *J. Fert.*, 8:74-88, 1991.
- HARTZ, T.K.; MIYAO, E.M. & VALENCIA, J.G. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. *Hortscience*, 33:830-832, 1998.
- JONES Jr., J.B. Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the USA. *Austr. J. Exp. Agron.*, 33:1039-1043, 1993.
- JONES Jr. J.B.; WOLF, B. & MILLS, H.A. Plant analysis handbook. Athens, Micromacro Publication, 1991. 213p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas - princípios e aplicações. Piracicaba, ABPPF, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D.R. & ROMERO, J.P. Seja doutor do seu cafezal. Picacicaba, POTAPOS, 1993. 13p. (Informações Agronômicas, 64)
- MELDAL-JOHNSEN, A. & SUMNER, M.E. Foliar diagnostic norms for potatoes. *J. Plant Nutr.*, 2:569-576, 1980.
- MILLS, H.A. & JONES Jr., J.B. Plant analysis handbook II. Athens, Micromacro Publication, 1996. 422p.
- OLIVEIRA, S.A. & CASSOL, J.J. Níveis de suficiência no solo e nas folhas para a soja no município de Campo Novo do Parecis - MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.562.
- PAYNE, G.G.; RECHCIGL, J.E. & STEPHENSON, R.L. Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. *Agron. J.*, 82:930-934, 1990.
- REIS Jr., R.A. Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1999. 141p. (Tese de Doutorado)
- REUTER, D.J. & ROBINSON, J.B. Plant analysis - an interpretation manual. Melbourne, Inkata Press., 1988. 218p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise química de plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974. 56p.
- SNYDER, G.H. & KRETSCHMER, A.E. A DRIS analysis for bahiagrass pastures. *Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.*, 47:56-59, 1988.
- 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. *Agron. J.*, 78:1046-1052, 1986.