

# ESTADO NUTRICIONAL DE LAVOURAS DE CAFÉ NA REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA - MG<sup>1,2</sup>

## COFFEE CROP NUTRITIONAL STATUS IN ALTO PARANAIBA - MG REGION

*Inácio Barbosa BORGES<sup>3</sup>; Regina Maria Quintão LANA<sup>4</sup>; Sebastião A. de OLIVEIRA<sup>5</sup>; Benjamim de MELO<sup>6</sup>; Elias Nascentes BORGES<sup>6</sup>*

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivos: avaliar o estado nutricional da cafeicultura no Alto Paranaíba – MG, com o uso do DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), definir os níveis de suficiência e a avaliar do Potencial de Resposta à Adubação. As amostras foram coletadas na fase fenológica do chumbinho, nas profundidades de 0-5 e 5-20cm para amostras de solo e retirando-se dois pares de folhas de cada planta em 20 plantas ao acaso, em 52 lavouras comerciais na região do Alto Paranaíba – MG. Foram determinados os teores de nutrientes os quais foram interpretados pelo método DRIS. As maiores limitações à produtividade, para amostras de folha foram Mn, K, S, N e P; para amostras de solo na profundidade de 0-5cm foram S, P, Ca, Mg e a matéria orgânica e para a profundidade de 5-20cm foram Matéria Orgânica, S, Zn e K. Os níveis de suficiência determinados apresentaram baixos valores de Ca, Mg, B e Zn nas folhas; e P, Ca, Mg, K, Mn, Cu e Zn no solo. O potencial de resposta apontou como positiva a adubação com Mn e S para amostras foliares. Concluiu-se que o método DRIS foi capaz de indicar as principais limitações à produtividade da cultura, permitindo a determinação dos níveis de suficiência usando-se lavouras comerciais; permitiu também, através do potencial de resposta à adubação determinar quais os nutrientes devem ser aplicados, indicando aqueles que possuem maior probabilidade de resposta, com destaque para o S.

**UNITERMOS:** Café, Nutrição, Avaliação, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação.

## INTRODUÇÃO

Para a manutenção de uma lavoura cafeeira produtiva e economicamente viável, deve-se fazer um controle rigoroso dos custos de produção, e um dos seus principais insumos é o fertilizante, o que, por ocasião dos preços baixos do café é quem sofre as maiores reduções no uso. Uma vez que a região do Alto Paranaíba - MG é caracterizada pela presença de solos de baixa fertilidade natural, associado ao uso de baixas doses de adubo, pode acarretar em desequilíbrio nutricional das plantas.

O teor de um nutriente na planta pode ser interpretado por vários métodos de avaliação do estado nutricional. Os mais usados são os Níveis Críticos, as Faixas Críticas de Concentração e o Sistema Integrado

de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BATAGLIA; DECHEN e SANTOS, 1996; MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997), o qual, ultimamente tem recebido bastante atenção.

O DRIS é um método desenvolvido por Beaufils (1973) que avalia as relações entre os nutrientes contidos em uma amostra de tecido vegetal, relacionando-os dois a dois e assim calculando índices para cada nutriente a partir das normas ou padrões que são as médias das razões, seus respectivos desvios padrões e coeficientes de variação, obtidos de uma população de referência. Esta população de referência caracteriza-se por apresentar alta produtividade, pois sabe-se que para se obter esta condição é necessário que as plantas estejam equilibradas nutricionalmente.

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa financiado pelo CBP & D – Café.

<sup>2</sup> Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Uberlândia.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma., Doutora, Professora Titular, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

<sup>5</sup> Químico, Doutor., Professor, Departamento de Solos da Universidade de Brasília.

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

Received 13/03/03

Accept 28/10/03

É muito importante que os padrões sejam confiáveis e apropriados, pois dizem respeito à época de amostragem, posição na planta, número de folhas por talhão, etc. Porém, a interpretação dos resultados de análise foliar, pelo método do nível crítico ou das faixas críticas avalia cada nutriente isoladamente, desconsiderando as relações e interações entre eles, as variações de concentração dos nutrientes com a idade e com o desenvolvimento da planta e as diferenças varietais (MALAVOLTA; VITTI e OLIVEIRA, 1997). Estes métodos têm gerado dificuldade nas interpretações, levando à procura de alternativas que considerem a relação entre os teores de nutrientes como o DRIS (ALVAREZ V.; LEITE, 1999). As relações dois a dois entre os nutrientes são menos afetadas pelos efeitos de concentração e de diluição de massa, proporcionando uma maior independência das condições que os padrões gerados por curvas de calibração (COSTA, 1995; WADT, 1999).

Wadt (1996) apresenta como dificuldades no uso do DRIS como ferramenta de avaliação do estado nutricional das plantas, a escolha do critério a ser adotado para separar nutrientes limitantes dos demais e a escolha de qual método DRIS é mais adequado para essa avaliação. Segundo este mesmo autor há o agravante de um índice DRIS com valor negativo, que pode ser resultante de um desequilíbrio por excesso de um segundo nutriente.

O somatório dos índices DRIS em módulo, fornecerá o Índice de Balanço Nutricional (IBN), o que permitirá a comparação de diversas lavouras entre si.

Como tentativa de discriminar o nutriente problema, Wadt (1996) sugere o uso do Índice de Balanço Nutricional Médio (IBNm), que é a média do valor do IBN. Este índice reflete a média dos desvios de cada nutriente em relação ao ótimo. Desta forma, este autor propôs o método chamado Potencial de Resposta à Adubação, como tentativa de indicar qual é o nutriente problema, seja por excesso ou deficiência, indicando também uma possibilidade de resposta à adubação. O autor estabeleceu cinco classes de probabilidade de resposta à adubação, comparando-se o índice DRIS calculado para um dado nutriente e o índice de balanço nutricional médio (IBNm). De acordo com este autor as classes de resposta são: Positiva (P); Positiva ou Nula (PZ); Nula (Z); Negativa ou Nula (NZ); Negativa (N).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional da cafeicultura na região do Alto Paranaíba - MG, utilizando o método DRIS (Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação) para interpretação das análises de solos e folhas; definir níveis de suficiência no solo

e na folha; aplicação do Potencial de Resposta à Adubação sobre os índices DRIS obtidos com as amostras foliares e de solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Localização e Amostragens:** O trabalho foi realizado no período de setembro/2000 a agosto/2001, na região do Alto Paranaíba - Minas Gerais, nos municípios de Carmo do Paranaíba, Coromandel, Patrocínio e Rio Paranaíba. Foram coletadas amostras em 52 lavouras da espécie *Coffea arabica* L., variedade Catuaí, com idade de 4 a 8 anos, onde foram instaladas Unidades Amostrais (UAs) de aproximadamente 1,00 ha. As UAs eram homogêneas quanto ao tipo de solo, práticas de controle de plantas daninhas, adubação, correção da acidez, controle de doenças, densidade de plantio e declividade do terreno, e com registro de produtividade das últimas duas safras.

As amostragens de folhas e de solos foram realizadas quando a planta apresentava frutos na fase fenológica de "chumbinho". As amostragens foliares foram realizadas retirando-se 2 pares de folhas (um par de cada lado da planta) em 20 plantas escolhidas ao acaso em cada UA. Foram retiradas folhas do terceiro ou quarto par, a partir do ápice, em dois ramos produtivos (plagiotrópicos) em uma altura mediana na copa, tomando-se o cuidado de escolher ramos com alternância das faces de exposição cardinal. As 80 folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas imediatamente ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia, para as determinações de macronutrientes e micronutrientes.

Nas mesmas UAs onde foram coletadas amostras de folhas foram feitas as amostragens de solo sob a copa das plantas, em duas profundidades: 0-5cm e 5-20cm. Cada amostra foi composta de 20 sub-amostras, coletadas em 20 pontos diferentes. Após homogeneização das sub-amostras, uma porção de 0,5 kg foi devidamente identificada e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia para determinação de macronutrientes e micronutrientes.

**Cálculo dos índices DRIS:** Procedeu-se o cálculo dos índices primários utilizando para tal a metodologia proposta por Malavolta; Vitti e Oliveira, (1997) usando-se a fórmula de Ewali e Gascho (1984), onde:

$$\text{Índice } X = f(X/A) + f(X/B) + \dots - f(A/X) - f(B/X) - \dots$$

Para:

$$f(X/A) = K [(X/A)/(x/a)-1]/CV \text{ se } X/A > x/a + S_{x/a}$$

$$f(X/A) = K [1 - (x/a)/(X/A)]/CV \text{ se } X/A < x/a - S_{x/a}$$

$$f(X/A) = 0 \text{ se } x/a - S_{x/a} \leq X/A \leq x/a + S_{x/a}$$

$\bar{x}/a$  = média da relação dos nutrientes x e a da população de alta produtividade

$CV_{\bar{x}/a}$  = Coeficiente de variação da população de alta produtividade

$S_{\bar{x}/a}$  = Desvio padrão da média da população de alta produtividade

$X/A$  = Relação de concentração dos nutrientes X e A na amostra.

K = Coeficiente de sensibilidade

Todos estes cálculos foram executados por programas desenvolvidos por Oliveira, S. A. (dados não publicados).

Em seguida calculou-se o Índice de Balanço Nutricional (IBN), através da soma, em módulo, de todos os índices DRIS obtidos anteriormente, e a sua média (IBNm).

$$IBN = \sum \frac{1}{2} I_{amostra} \quad IBNm = IBN / N.^{\circ} \text{ de nutrientes}$$

**Interpretação dos índices DRIS:** Procedeu-se a interpretação dos índices DRIS através do Potencial de Resposta à Adubação, conforme metodologia propos-

ta por Wadt (1996).

Foram determinados os níveis de suficiência para macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), para amostras foliares e de solos, além da CTC e da matéria orgânica (MO), usando regressão polinomial do segundo grau, entre os índices DRIS (variáveis independentes) e os teores no solo e na folha (variáveis dependentes).

Foram realizados testes de correlação com os índices DRIS dos nutrientes entre si e com as concentrações de nutrientes nas folhas entre si, usando fórmula recomendada por Gomes (1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Índices DRIS:** Na Tabela 1 é apresentado a frequência com que cada nutriente aparece como o mais limitante para as amostras foliares e de solos nas profundidades de 0 a 5cm e 5 a 20 cm. Assim, de acordo com as amostras foliares os nutrientes que mais limitaram a produtividade foram Mn, K, S, N e P em 27, 15, 14, 11 e 11% das lavouras, respectivamente.

**Tabela 1.** Frequência de maior limitação observadas em amostras foliares e de solo nas profundidades de 0-5 e 5-20cm de 52 lavouras cafeeiras da Região do Alto Paranaíba - MG.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CTC	MO
Foliar (%)												
11	11	15	2	0	14	8	4	4	27	4		
Solo 0-5cm (%)												
	13	4	10	10	21	4	2	5	0	2	19	10
Solo 5-20cm (%)												
	2	11	6	4	27	2	0	2	0	13	4	29

A alta frequência com que o Mn aparece como o mais limitante pode ser justificado pelo baixo fornecimento de Mn pelo solo devido ao baixo conteúdo deste nutriente ou pelo uso de calcário que eleva o pH, insolubilizando-o (REISENAUER, 1988). Quanto ao K, pode haver pouco fornecimento pelo solo, uso de doses insuficientes na adubação, perdas do nutriente por lixiviação devido à menor adsorção quando comparado com o Ca, Mg e Al. Pode ainda, haver um desbalanço no fornecimento desse elemento pelo solo devido a sua relação com Mg, conforme relatam Marschner (1997), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os baixos teores de S podem ser entendidos pelo baixo fornecimento pelo solo, com a observação dos baixos teores de matéria orgânica, normalmente observados

em solos anteriormente sob vegetação de cerrado, e o uso de adubos fosfatados e nitrogenados que não contém o nutriente em sua formulação, e ainda devido à lixiviação do elemento para fora do alcance das raízes.

Para as amostras de solo na profundidade de 0 a 5 cm as maiores limitações foram o S, CTC, P, Ca, Mg e MO em 21, 19, 13, 10, 10 e 10% das lavouras, respectivamente. Estes baixos teores de S no solo podem ser explicados pela utilização de formulações concentradas dos adubos, devido à lixiviação deste nutriente para camadas mais profundas e também devido aos baixos teores de matéria orgânica, uma vez que esta encontra-se como limitante em 10% das lavouras.

As lavouras cafeeiras do Alto Paranaíba estão sendo cultivadas em solos que apresentam alta capacida-

de de fixação de P devido à presença de óxidos de ferro e alumínio, o que juntamente com o uso de baixas doses do elemento explicam a ocorrência de limitação em 13% das lavouras cafeeiras amostradas nesta região.

Observa-se que a CTC aparece como o segundo fator mais limitante na ordem geral, em 19% das lavouras. Isto ocorre devido à grande concentração de óxidos de ferro e alumínio, os quais geram menores quantidades de cargas negativas do que as argilas silicatadas; assim, os solos da região são dependentes da qualidade e quantidade de matéria orgânica, uma vez que esta é a grande responsável pela geração de cargas que retém cátions. Isso acarreta em uma menor retenção de cátions como  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  o que influencia na limitação da produtividade causada por estes elementos, associado ao uso inadequado do calcário e à dificuldade de incorporação deste ao solo.

Na profundidade de 5 a 20 cm os índices DRIS mais limitantes por deficiência foram MO, S, Zn e K em 29, 27, 13 e 11% das lavouras, respectivamente. Desta forma, o S mostra-se como o nutriente mais limitante no solo para as duas profundidades amostradas, sendo que os motivos para isto se deve ao fato da grande mobilidade do íon  $\text{SO}_4^{-2}$ , sendo lixiviado para camadas mais profundas; devido ao uso de adubos concentrados sem esse nutriente; devido à exportação do nutriente pela cultura deixando o solo pobre neste nutriente e devido aos baixos teores de matéria orgânica no solo, a qual é grande fonte deste nutriente para as plantas. Como pode ser observado, a matéria orgânica é o atributo de maior limitação, com 29% das lavouras apresentando o índice DRIS mais

negativo. A posição do Zn como limitante em 13% das lavouras nesta profundidade pode ser devido à falta do nutriente no solo, aplicação inadequada do fertilizante e em doses baixas, e ainda devido à sua insolubilização decorrida da aplicação de calcário.

**Níveis de Suficiência:** Os níveis de suficiência obtidos de lavouras onde foi observada produtividade acima de 30 sacos de café beneficiado por hectare, para amostras foliares, são apresentados na Tabela 2 e para amostras de solo nas profundidades de 0-5 e 5-20cm são mostrados na Tabela 3.

Comparando-se os níveis de suficiência para amostras foliares (Tabela 2) com os observados por Malavolta; Vitti e Oliveira (1997) e aqueles relacionados pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1999) observa-se que os teores de Ca, Mg, B e Zn estão abaixo daquele sugerido por estes autores.

Apesar destes valores serem estimados a partir de lavouras com produtividade acima de 30 sacos de café beneficiado por hectare, com um manejo mais adequado para estes nutrientes (Ca, Mg, B e Zn) pode-se melhorar ainda mais a produtividade dessa cultura.

Os níveis de suficiência para amostras de solo nas profundidades de 0-5 e 5-20cm (Tabela 3) apresentam valores de P, Ca, Mg, K, Cu, Zn e Mn menores do que os observados por Martinez et al. (2000) que trabalharam nas mesmas profundidades na região de Patrocínio - MG, além de maior CTC e MO na camada de 0-5 cm e 5-20cm, conforme dados obtidos. Assim, chama-se a atenção para o fato de que, em muitas destas lavouras

**Tabela 2.** Níveis de Suficiência estimados através dos índices DRIS para amostras foliares obtidos de 52 lavouras comerciais, variedade Catuaí, na região do Alto Paranaíba - MG.

Nutrientes	Unidades	Alto Paranaíba	Foliar <sup>1</sup>	Foliar <sup>2</sup>
N	g.kg <sup>-1</sup>	30,1	29-32	29,0-32,0
P	g.kg <sup>-1</sup>	1,3	1,6-1,9	1,2-1,6
K	g.kg <sup>-1</sup>	22,5	22-25	18,0-22,0
Ca	g.kg <sup>-1</sup>	7,1	13-15	10,0-13,0
Mg	g.kg <sup>-1</sup>	2,5	4,0-4,5	3,1-4,5
S	g.kg <sup>-1</sup>	2,2	1,5-2,0	1,5-2,0
B	Mg.kg <sup>-1</sup>	28,3	50-60	40-80
Cu	Mg.kg <sup>-1</sup>	9	11-14	8-16
Fe	Mg.kg <sup>-1</sup>	131,9	100-130	70-180
Mn	Mg.kg <sup>-1</sup>	103,9	80-100	50-200
Zn	Mg.kg <sup>-1</sup>	8,2	15-20	10-20

<sup>1</sup> Malavolta; Vitti; Oliveira, (1997)

<sup>2</sup> CFSEMG – 5ª Aproximação, (1999)

**Tabela 3.** Níveis de Suficiência estimados através dos índices DRIS para amostras de solos nas profundidades de 0-5 e 5-20cm obtidos de 52 lavouras comerciais, variedade Catuaí, na região do Alto Paranaíba -MG.

Atributos	Unidades	0-5cm <sup>1</sup>	5-20cm <sup>2</sup>	0-5cm <sup>3</sup>	5-20cm <sup>4</sup>
P	mg.kg <sup>-1</sup>	14	3,5	16,4	5,4
K	%	82	64	119	82
Ca	%	1,7	0,7	2,7	1,6
Mg	%	0,4	0,2	0,9	0,6
Cu	mg.dm <sup>-3</sup>	2,7	1,3	5,8	3,3
Fe	mg.dm <sup>-3</sup>	66	55,2	26,8	31,1
Mn	mg.dm <sup>-3</sup>	2,1	0,87	12,9	6,9
Zn	mg.dm <sup>-3</sup>	1,3	0,41	4,7	2,3
CTC	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	8,1	8,2	6,35	4,75
MO	dag/kg	4,6	4,8	4,0	3,5

<sup>1</sup> Níveis de Suficiência para profundidade de 0-5cm.

<sup>2</sup> Níveis de Suficiência para profundidade de 5-20cm.

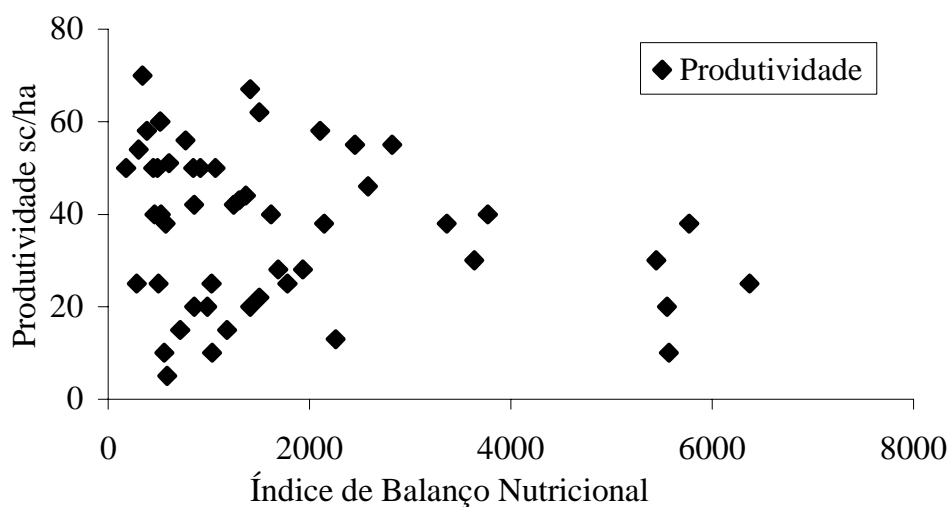
<sup>3 e 4</sup> Concentração de nutrientes no solo para produtividade maior que 30sc/ha nas profundidades 0-5 e 5-20cm, Martinez et al. (2000).

envolvidas na estimativa dos níveis de suficiência, apesar de apresentarem produtividade acima de 30 sc.ha<sup>-1</sup>, pode-se obter aumentos de produtividade com a adição de P, Ca, Mg e K, pois nesta condição, pode haver resposta positiva à adubação.

**Índice de Balanço Nutricional:** Na Figura 1 é apresentada a relação existente entre IBN e Produtividade. Esta relação entre IBN e produtividade não foi observado no presente trabalho (Figura 1), sendo observado apenas a tendência deste acontecimento com um coeficiente de correlação de -0,24, não significativo a 5% de probabilidade. Como pode ser observado há valores de

IBN altos para produtividades maiores que 30 sacos/ha.

Alguns autores como Costa (2001) e Wadt (1999) Wadt et al. (1999) trabalhando com as culturas café arábica, soja e café conilon, respectivamente, obtiveram uma relação entre IBN e produtividade, a qual traduz-se em: na ocorrência de um valor de IBN baixo pode-se obter alta ou baixa produtividade; em ambos os casos, a lavoura encontra-se nutricionalmente equilibrada. Porém quando se obtém baixa produtividade, fatores de ordem não nutricional estão afetando a produtividade. Na relação IBN alto e produtividade baixa, ocorre devido ao desequilíbrio nutricional da lavoura.

**Figura 1.** Relação entre Índice de Balanço Nutricional e Produtividade em 52 lavouras cafeeiras comerciais do Alto Paranaíba - MG.

**Tabela 4.** Potencial de Resposta à Adubação para amostras foliares de 52 lavouras cafeeiras, variedade Catuaí, na região do Alto Paranaíba – MG.

PRA (Foliar)	Positiva	Positiva ou nula	Nula	Negativa ou nula	Negativa
%					
N	1,9	1,9	82,7	5,8	7,7
P	5,8	13,5	53,8	15,4	11,5
K	3,8	13,5	70,1	9,6	0,0
Ca	1,9	21,2	61,5	15,4	0,0
Mg	0,0	3,8	80,1	7,7	7,7
S	13,5	11,5	46,1	15,4	13,5
B	7,7	13,5	44,2	51,9	11,5
Cu	3,8	7,7	51,9	11,5	25,0
Fe	3,8	15,4	61,5	7,7	11,5
Mn	25,0	3,8	42,3	21,2	7,7
Zn	3,8	11,5	44,2	26,9	13,5

**Tabela 5.** Potencial de Resposta à Adubação para amostras de solos na profundidade de 0-5cm de 52 lavouras comerciais, da variedade Catuaí, na região do Alto Paranaíba – MG (%).

PRA (0-5cm)	Positiva	Positiva ou nula	Nula	Negativa ou nula	Negativa
%					
P	13,5	9,6	67,3	5,8	3,8
K	3,8	21,2	36,5	23,1	15,4
Ca	9,6	15,4	46,2	26,9	1,9
Mg	9,6	11,5	44,2	17,3	17,3
S	17,3	5,8	65,4	5,8	5,8
CTC	19,2	13,5	48,1	11,5	7,7
MO	9,6	21,2	46,2	17,3	5,8
B	3,8	13,5	76,9	5,8	0
Cu	1,9	25	50	17,3	5,8
Fe	3,8	7,7	63,5	19,2	5,8
Mn	0	17,3	48,1	19,2	15,4
Zn	1,9	21,2	61,5	9,6	5,8

**Tabela 6.** Potencial de Resposta à Adubação para amostras de solos na profundidade de 5-20cm de 52 lavouras comerciais, da variedade Catuaí, na região do Alto Paranaíba – MG (%).

PRA (5-20cm)	Positiva	Positiva ou nula	Nula	Negativa ou nula	Negativa
%					
P	1,9	1,9	82,7	11,5	1,9
K	9,6	17,3	34,6	28,8	9,6
Ca	3,8	19,2	25	50	1,9
Mg	1,9	17,3	38,5	23,1	19,2
S	26,9	9,6	59,6	1,9	1,9
CTC	5,8	28,8	46,2	13,5	5,8
MO	28,8	9,6	42,3	11,5	7,7
B	1,9	13,5	80,8	3,8	0
Cu	0	3,8	55,8	32,7	7,7
Fe	1,9	1,9	71,2	17,3	7,7
Mn	0	11,5	44,2	27	17,3
Zn	13,5	11,5	30,8	34,6	9,6

**Potencial de Resposta à Adubação (PRA):**

A porcentagem de lavouras que possuem chances de responder à adubação de determinado nutriente de acordo com os índices DRIS para amostras foliares e amostras de solo nas profundidades de 0-5 e 5-20cm encontram-se nas Tabelas 4, 5 e 6 respectivamente.

Pode-se observar que o N foi limitante por deficiência em 11% das lavouras (Tabela 1) e obteve resposta favorável à adubação com este nutriente em apenas 3,8% das lavouras (Tabela 4), somando-se a frequência com que este aparece com resposta positiva e positiva ou nula. Este mesmo fato pode ser observado para o K. Contudo, o PRA apontou um maior número de lavouras com resposta positiva à adubação com Mn (25%) e S(13,5%), que foram os nutrientes que apresentaram-se em maior frequência como os mais limitantes na produtividade. Apontou também a necessidade de adubação com Ca, Fe, P, K e B em 21,2/15,4/13,5/13,5/13,5% das lavouras, respectivamente, com resposta positiva ou nula.

Para as amostras de solo na profundidade de 0 a 5cm (Tabela 5), observa-se que o PRA indicou resposta positiva à adubação com S, P, Ca e Mg em 17,3/13,5/9,6/9,6% das lavouras, respectivamente. Indicou também uma baixa CTC em 19,2% das lavouras, o que pode ser melhorado, em muitas delas, com a adubação orgânica, pois esta possui resposta positiva em 9,6% das lavouras. Com resposta positiva ou nula à adubação são destacadas o Cu, K e a matéria orgânica em 25/21,2/21,2% das lavouras, respectivamente.

Para amostras de solo na profundidade de 5 a 20cm (Tabela 6) destacam-se como mais responsivos à adubação o S, Zn e K em 26,9/13,5/9,6% das lavouras, respectivamente, apresentando resposta positiva à adubação; e com resposta positiva ou nula destacam-se pela

necessidade de adubação o Ca, Mg e K com 19,2/17,3/17,3% das lavouras, respectivamente.

Este método apresenta como ponto de fragilidade o IBNm, que é a média aritmética dos índices DRIS, em módulo, de uma amostra. Esta média pode não representar o desvio do ótimo sofrido por um nutriente em uma amostra, já que, mesmo desconsiderando o sinal dos índices, a amplitude entre estes valores é grande, tornando o IBNm tendencioso. Desta forma este índice pode não representar a variabilidade existente entre os Índices DRIS. Através deste método um índice negativo, indicando deficiência, pode não ser considerado como responsivo à adubação, pois índices, positivos ou negativos, maiores em módulo, podem elevar a média (IBNmédio).

Para um nutriente possuir resposta positiva o seu índice DRIS deve ser o mais negativo (ou mais limitante) e maior, em módulo, que o valor de IBNm; e com resposta positiva ou nula deve ter o índice DRIS maior em módulo que o IBNm, mesmo não sendo o mais limitante por deficiência. Como pode ter havido uma elevação da média, pode haver uma subestimação daquele índice negativo que não é o mais limitante.

Esta metodologia foi coerente ao indicar adubação para os nutrientes que mostraram menores índices DRIS. Torna-se necessário definir o quanto aplicar e a influência dessa dosagem na nova relação que se cria entre os nutrientes, pois a interação entre eles poderá inibir ou estimular um melhor aproveitamento das adubações via solo ou via foliar.

**Correlação entre Índices DRIS e entre Concentração de Nutrientes:** As correlações entre as concentrações de nutrientes nas folhas que geraram os índices DRIS e as correlações entre os índices DRIS para amostras foliares são mostradas nas Tabelas 7 e 8.

**Tabela 7.** Correlação entre concentração dos nutrientes nas amostras foliares de cafeeiros de 52 lavouras comerciais do Alto Paranaíba – MG (valores significativos a 5% de probabilidade).

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	1,00	n.s.	n.s.	-0,3	n.s.	n.s.	-0,3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P		1,00	0,5	n.s.	n.s.	0,6	n.s.	n.s.	n.s.	-0,5	n.s.
K			1,00	n.s.	-0,4	n.s.	0,3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ca				1,00	n.s.	n.s.	0,3	n.s.	0,6	0,3	n.s.
Mg					1,00	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S						1,00	0,4	n.s.	-0,3	-0,3	n.s.
B							1,00	0,6	n.s.	n.s.	0,6
Cu								1,00	n.s.	n.s.	0,6
Fe									1,00	n.s.	n.s.
Mn										1,00	0,3
Zn											1,00

**Tabela 8.** Correlação entre índices DRIS para amostras foliares de cafeeiros de 52 lavouras comerciais do Alto Paranaíba – MG (valores significativos a 5% de probabilidade).

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	1,00	n.s.	n.s.	-0,5	-0,5	-0,6	-0,9	-0,8	0,3	n.s.	-0,8
P		1,00	0,90	-0,8	-0,4	0,6	-0,3	-0,5	-0,6	-0,9	-0,5
K			1,00	-0,8	-0,7	0,4	-0,4	-0,6	-0,6	-0,9	-0,6
Ca				1,00	0,61	n.s.	0,67	0,75	0,51	0,88	0,81
Mg					1,00	n.s.	0,58	0,65	n.s.	0,47	0,62
S						1,00	0,55	0,42	-0,8	-0,5	0,31
B							1,00	0,97	n.s.	0,43	0,96
Cu								1,00	n.s.	0,55	0,95
Fe									1,00	0,53	n.s.
Mn										1,00	0,65
Zn											1,00

Fazendo-se a comparação entre as tabelas, pode-se observar que os coeficientes de correlações entre os índices DRIS apresentam maior número de valores significativos a 5% de probabilidade. Com isso, há uma melhor explicação do comportamento de um nutriente frente aos outros envolvidos na obtenção dos índices, como pode ser observado na interação PxK, onde houve um aumento no coeficiente de correlação de 0,50 para 0,90, quando usou-se os índices DRIS. Isto mostra com mais clareza a interação sinérgica entre P e K na cultura cafeeira.

A correlação entre os Índices DRIS mostrados na Tabela 8 dá uma idéia do manejo da adubação, pois com os coeficientes de correlação apresentados pode-se observar as interações entre os nutrientes na planta. Quando se faz adubação com N, P e K deve-se ter atenção para os teores de Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn devido ao antagonismo existente entre estes nutrientes e aqueles adicionados. Por outro lado o fornecimento de Ca e Mg para a cultura irá proporcionar um aumento nos teores dos micronutrientes, devido às interações sinérgicas entre estes nutrientes.

Pode-se observar correlação positiva entre Ca e B (Tabela 8), porém altos níveis de Ca associados a pH elevado podem reduzir a absorção de B (LUCAS; KNEZEK, 1972). O Ca, em níveis elevados, dificulta a absorção do K, mas em níveis mais baixos favorece a entrada deste elemento na planta (MARSCHNER, 1997;

MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Através do teste de correlação dos índices DRIS para amostras foliares, pode-se perceber as interações entre os nutrientes de forma mais eficiente do que fazendo-se a correlação entre concentração de nutrientes nas folhas.

## CONCLUSÕES

a) O DRIS apontou os principais nutrientes limitantes à produtividade na região do Alto Paranaíba – MG, as quais são relacionadas abaixo:

- para amostras foliares (Mn, K, S, N e P); e
- para amostras de solos nas profundidades: 0-5cm (S, P, Ca, Mg e MO); e 5-20cm (S, Zn, K e MO).

b) O DRIS permitiu estimar Níveis de suficiência, no sistema solo-planta, de macronutrientes e micronutrientes em plantios comerciais nas melhores condições de balanço levando em consideração as relações e interações entre eles.

c) O Potencial de Resposta à adubação permitiu determinar quais os nutrientes devem ser aplicados em lavouras cafeeiras do Alto Paranaíba, indicando aqueles que possuem maior probabilidade de resposta positiva, sendo que o S destaca-se sobre os demais.

d) As correlações entre os índices DRIS permitiram visualizar o antagonismo e o sinergismo entre os nutrientes.

**ABSTRACT:** This work had as objectives: evaluate the nutritional state of the coffee crop in Alto Paranaíba – MG, using the DRIS (Diagnose and Recommendation Integrated System) in soil and leaf analysis, defining the sufficiency levels for these analysis and the evaluation of answer potential to manuring. The samples were collected in 52 commercial plantation of the region, after the coffee crop flower removing two leaves in each plant and removing the samples of the soils in depth of 0-5 and 5-20cm. Were determined the tenor of the nutrients that were interpreted by the



DRIS method. The more limitation to the productivity for samples of the leaves were Mn, K, S, N and P; in soil (0-5cm) were S, P, Ca, Mg and organic matters; in soil (5-20cm) were organic matters, S, Zn and K. The sufficiency levels determined for leaf samples presented low value for Ca, Mg and K; and low value for Ca, Mg, K, Mn and Zn for the soil. The response potential in pointing as positive the manuring with Mn and S for leaf samples. Therefore, it was concluded that the DRIS Method was able to indicate the principal limiting for crop productivity, permitting the determination of the sufficiency levels using comercial plantations; it was also permitted, through the response potential to manuring to determine which nutrients must be applied, indicating those that have higher response probability.

**UNITERMS:** Coffee crop, Nutrition, Evaluate, Diagnose and Recommendation Integrated System

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V ; V. H.; LEITE, R. de A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para o cálculo dos índices DRIS. **Boletim Informativo SBCS**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 20-25, jan./mar.1999.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal de Viçosa. 1996. p. 647-660.

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).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.

COSTA, A. N. da. Método de interpretação e diagnose foliar em café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 617-646.

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. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

EWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 3, p. 466-470. 1984..

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990. 467 p.

LUCAS, R. E.; KNEZEK, B. D. Climatic and soil conditions promoting micronutrients in plants. In: MOTVERDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.) **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p. 265-288.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1997. 889 p.

MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; ALVAREZ V. V. H.; MENEZES, J. F. S.; OLIVEIRA, J. A. de; ALVARENGA, A. de P.; GUIMARÃES, P. T. G. **Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do cafeeiro nas regiões de Manhuaçu e Patrocínio**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 35 p. (Boletim Técnico, 59).

REISENAUER, H. M. Determination of plant-available soil manganese. . In: GRAHAN, R. D.; HANNAN, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). **Manganese in soil and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 87-98.

WADT, P. G. S. **Os Métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos**. 1996. 123 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BRAGANÇA, S. M. Alternativas do “DRIS” à cultura de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 83-92, jan/mar, 1999.

WADT, P. G. S. Loucos em terra de doidos. **Boletim Informativo da SBCS**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 15-19. 1999.