

USO DO DRIS NO DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DOS CAFEIROS DO SUL DE MINAS GERAIS: ESTABELECIMENTO NORMAS DRIS PRELIMINARES¹

Roberto dos Anjos REIS JÚNIOR – Bolsista CBP&D-Café, reisjr@hotmail.com; João Batista CORRÊA - UFLA; Janice Guedes de CARVALHO - UFLA; Paulo Tácito Gontijo GUIMARÃES - EPAMIG

RESUMO: O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é uma metodologia de interpretação da análise química foliar que avalia o estado nutricional de plantas. 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 nestas lavouras. Com o objetivo de gerar as normas DRIS preliminares, amostragens foliares foram realizadas em lavouras comerciais de café (*Coffea arabica* L.) no Sul de Minas Gerais. Os teores foliares, juntamente com suas respectivas 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 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. Os teores foliares médios do grupo de referência foram comparados aos teores considerados como adequado 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 locais para avaliação do estado nutricional do cafeeiro no Sul de Minas Gerais. A significativa diferença entre as produções de café dos grupos de baixa produtividade e de referência, bem como a significativa correlação 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.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação, *Coffea arabica*, análise foliar.

ABSTRACT: The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) is a methodology for the interpretation of leaf chemical analysis that evaluates the nutritional status of crops. DRIS norms (averages and coefficients of variation of relationships among nutrients) for coffee fields of the south region of the state of Minas Gerais have not yet been established, which limits the use of DRIS for this crop. The objective of the work was to establish preliminary DRIS norms for the coffee cropped in this region. The foliage of commercial coffee fields of the region were sampled. Leaf nutrient concentrations and yields of the sampled fields 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 low productivity and reference groups were used to establish the DRIS norms. For each nutrient pair, the expression ratio that resulted in the largest variance ratio among the low productivity and reference groups was selected as the parameter to be used in DRIS. Average leaf nutrient concentrations of the reference group were compared to the nutrient concentrations considered appropriate by the literature. Production averages of the reference and low productivity groups were compared by the evaluation of their confidence intervals (1% of probability). Correlation analyses were carried out to evaluate the intensity with which the database nutrient concentrations were correlated with coffee yields and their respective DRIS indices. The different nutritional diagnosis of leaf concentrations of the reference group reinforce the need to establish local standards for evaluating the nutritional state of coffee fields in the south of Minas Gerais. The significant difference between coffee yields of the low productivity and reference groups, as well as the significant correlation between leaf nutrient concentrations and their respective DRIS indices, made the DRIS norms established in this work more reliable. Preliminary DRIS Norms for coffees of the south of Minas Gerais were established.

¹ Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. – CBP&D-Café

KEY WORDS: Diagnosis and Recommendation Integrated System, *Coffea arabica*, leaf nutrient analysis.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro tem como característica grande exportação de nutrientes do solo, necessitando adequada aplicação de corretivos e fertilizantes para alcançar altas produtividades. O elevado preço dos adubos é uma realidade, exigindo que este insumo seja usado de forma eficiente. Desta 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. Esta identificação, normalmente feita pela avaliação da fertilidade do solo, tem sido respaldada pela diagnose nutricional de plantas. Dentre as ferramentas utilizadas para a realização dessa diagnose, destaca-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

O primeiro passo para implementar o DRIS, é o estabelecimento de valores padrões ou normas (Walworth e 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. A partir daí, médias, coeficientes de variação e variâncias de todas relações entre teores de nutrientes são calculados. Embora existam duas 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 e 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 e Gascho, 1984). Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do ótimo, 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 ótimo, 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 nutriente está no nível ótimo (Baldock e Schulte, 1996). Normas DRIS ainda não foram estabelecidas para cafeeiros do Sul de Minas Gerais; assim, a inexistência destas normas impede que o DRIS seja aplicado na cultura do cafeeiro deste Estado. Este trabalho faz parte de um projeto em andamento e com duração prevista de quatro anos onde lavouras cafeeiras do Sul de Minas estão sendo amostradas anualmente com o intuito de criar um banco de dados usado para gerar as normas DRIS. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer as normas DRIS preliminares para a cultura do cafeeiro na região Sul de Minas com o banco de dados formado pelo primeiro ano de amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem e análise química foliar: foram selecionadas 75 lavouras cafeeiras representativas da região, 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 coletada uma amostra de folhas e a respectiva produtividade. A amostra foliar foi formada por quatro pares da 3ª folha/planta, coletadas nos quatro pontos cardeais, em ramos produtivos, na porção mediana do cafeeiro, quando os frutos entraram na fase de chumbinho. Após a coleta das folhas, estas foram analisadas quimicamente para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

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 Mg 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. Os teores médios do grupo de referência foram comparados com os considerados adequados por Reuter e Robinson (1988), Jones Jr et al. (1991), Malavolta et al. (1993), Mills e Jones Jr (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 nutriente, a forma de expressão que forneceu a maior razão de variância entre o grupo de baixa produtividade e de referência (S^2_r/S^2_l) foi selecionada como o parâmetro a ser usado no DRIS, conforme descrito por 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: a partir das normas DRIS estabelecidas neste trabalho foram calculados índices DRIS para todas as amostras do banco de dados. Análises de correlação pelo método paramétrico proposto por Pearson foram realizadas para comprovar estatisticamente a intensidade com que os teores dos nutrientes estão correlacionados com a produção de café e seus respectivos índices DRIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da produção e teores foliares: A produção de café foi estatisticamente diferente entre os grupos de baixa produtividade e de referência ($p < 0,01$). Enquanto o grupo de baixa produtividade apresentou produção média de $9,1 \text{ sc ha}^{-1}$, o grupo de referência apresentou produção média de $27,1 \text{ sc ha}^{-1}$. Esta diferença significativa entre estes grupos torna as normas DRIS mais confiáveis. Os teores médios de Cu e Mn do grupo de referência não foram considerados como adequados por Reuter e Robinson (1988), Jones Jr (1991), Bergman (1992), Malavolta et al. (1993), Mills e Jones Jr (1996) e Malavolta et al. (1997), enquanto 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. Estas diferentes diagnoses dos nutrientes do grupo de referência reforçam a necessidade de estabelecimento de padrões estabelecidos localmente para a avaliação do estado nutricional do cafeeiro do sul de Minas.

Seleção das normas DRIS: 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 este procedimento, objetiva-se determinar normas DRIS com maior precisão preditiva (Caldwell et al., 1994), maximizando a distinção entre plantas nutricionalmente equilibradas e desequilibradas (Walworth et al., 1986; Walworth e Sumner, 1987). Os valores médios das relações adotadas como normas DRIS e seus respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 1.

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. 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 e Sumner, 1986).

Análise de Correlação: 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 onde serão executadas novas amostragens, estes 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 produção de café. Como os teores de nutrientes utilizados neste trabalho não foram obtidos de experimentos de adubação, onde se pode variar o nível de um nutriente e controlar o nível dos demais, a obtenção de correlação significativa é pouco provável. Por exemplo, é possível encontrar casos onde o teor de K é considerado satisfatório para a obtenção de alta produtividade, a qual não ocorre devido a uma limitação por parte do baixo teor de P.

CONCLUSÕES

As diferentes diagnoses nutricionais dos teores foliares do grupo de referência reforçam a necessidade do estabelecimento de padrões locais para avaliação do estado nutricional do cafeeiro no sul de Minas Gerais. A significativa diferença entre as produções de café dos grupos de baixa produtividade e de referência, bem como a significativa correlação 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.

TABELA 1 – Normas DRIS preliminares para a cultura do cafeeiro.

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						

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, p. 127-135. 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, p. 448-456. 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, n. 1, 132 p. 1973.
- Bergmann, W. **Nutritional disorders of plants – development, visual and analytical diagnosis**. New York: G. Fisher, 1992. 741p.
- Caldwell, J. O. N.; Sumner, M. E.; Vavrina, C. S. Development and testing of preliminary foliar DRIS norms for onions. **Hortscience**, Alexandria, v.29, p. 1501-1504. 1994.
- Elwali, A. M. O.; Gascho, G. J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p. 466-70. 1984.
- Hartz, T. K.; Miyao, E. M.; Valencia, J. G. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. **Hortscience**, Alexandria, v.33, p. 830-832. 1998.
- Jones Jr, J. B. Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the USA. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.33, p. 1039-1043. 1993.
- Jones Jr, J. B.; WOLF, b.; mills, h. A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro-Pub., 1991. 213 p.
- Malavolta, e.; fernandez, d. r.; romero, J. P. Seja doutor do seu cafezal. **Informações agrônomicas**, Campinas, v.64, p. 1-13. 1993.
- Malavolta, E; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações**. 2ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- Mills, H. A.; Jones Jr, J. B. **Plant analysis handbook II**. 2ed. Athens: Micro-Macro-Pub., 1996. 422 p.
- Payne, G. G.; Recheigl, J. E.; Stephenson, R. L. Development of Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for Bahiagrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p. 930-934. 1990.
- Reuter, D. J.; Robinson, J. B. **Plant analysis – an interpretation manual**. 2ed. Melbourne: Inkata Press, 1988. 218 p.
- 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. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). In: STEWART, B. A. (Ed). **Advances in Soil Science**. Springer Verlag:New York, v.6, p. 149-188. 1987.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425