

Capítulo 8

DRIS como Método Diagnóstico de Nutrição Mineral de Plantas

Gilmar Ribeiro Nachtigall¹

Antonio Roque Dechen²

8.1 Introdução

A análise de tecidos da planta constitui-se em um critério mais direto que a análise do solo para avaliar o estado nutricional das plantas, necessitando envolver a análise de uma parte representativa da planta (HALLMARK; BEVERLY, 1991). A utilização das folhas para avaliar o estado nutricional das plantas leva em conta que estas são o principal órgão de metabolismo da planta, que as mudanças no suprimento de nutrientes se refletem na composição mineral das folhas, que as mudanças na composição mineral são mais acentuadas em certos estádios de crescimento que em outros, e que a concentração de nutrientes nas folhas em estádios específicos está relacionada com a performance da cultura (SUZUKI; BASSO, 2006).

A análise foliar pode ser uma ferramenta de grande utilidade para o

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, Caixa Postal 1513. CEP 9500-000, Vacaria-RS, gilmar@cnpuv.embrapa.br.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba-SP, ardechen@esalq.usp.br.

diagnóstico nutricional das plantas, contudo é necessário que sejam utilizados procedimentos disponíveis e adequados para a análise e interpretação dos resultados analíticos. Deve-se considerar que a diagnose foliar pode tornar-se uma técnica de difícil entendimento e utilização prática, já que a composição foliar apresenta natureza dinâmica, influenciada pela idade e maturação do tecido, bem como pelas interações que envolvem a absorção e translocação de nutrientes (WALWORTH; SUMMER, 1987). A maior vantagem da diagnose foliar está no fato de se considerar a própria planta como o extrator dos nutrientes no solo, permitindo uma avaliação direta de seu estado nutricional. A diagnose foliar permite avaliar as concentrações e as relações entre os nutrientes na planta, constituindo, assim, uma forma indireta de avaliação da fertilidade do solo (BEAUFILS, 1971).

Os diversos métodos para diagnose nutricional, utilizando-se da análise foliar, têm sido propostos e utilizados, incluindo o método do valor crítico, o método de faixas de suficiência e o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS).

8.2 O método DRIS

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é um método de diagnose nutricional de plantas que se baseia no cálculo de índice para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, e comparando cada relação com as relações médias de uma população de referência (BEAUFILS, 1971).

O equilíbrio nutricional para um dado nutriente na planta é definido pelo método DRIS, quando os valores dos índices estiverem mais próximos de zero; para valores negativos, pode-se assumir que ocorre deficiência do nutriente em relação aos demais, e valores positivos indicam excesso. Desta forma, é possível classificar os nutrientes em ordem de importância de limitação na produção, bem como estabelecer uma indicação de intensidade de exigência de um nutriente pelas plantas.

O método DRIS está baseado em várias suposições relativas ao modo como o estado nutricional afeta o rendimento da cultura (JONES, 1981; WALWORTH; SUMMER, 1987):

- a) As relações entre os nutrientes são, frequentemente, melhores indicadores de deficiências nutricionais do que valores isolados de concentração de nutrientes;
- b) Algumas relações entre nutrientes são mais importantes ou significativas do que outras;
- c) Produtividades máximas são atingidas apenas quando os valores de relações nutricionais importantes são observados próximos aos valores ideais ou ótimos, que são médias de valores determinados em populações selecionadas, com alta produtividade;
- d) Pelo fato de que relações nutricionais importantes devem apresentar valores próximos aos obtidos em populações de alta produtividade, a variância de uma relação nutricional importante é menor em uma população de alta produtividade (população de referência) do que em populações de baixa produtividade;
- e) Os índices DRIS podem ser calculados individualmente, para cada nutriente, utilizando-se do desvio médio de cada relação nutricional desse nutriente com os demais em relação aos valores ótimos dessa determinada relação nutricional.

Os vários estudos de comparação entre o método DRIS e o método do nível crítico foliar foram desenvolvidos utilizando diversas culturas (BEAUFILS, 1971, 1973; BEVERLY et al., 1984; DAVEE et al., 1986; BATAGLIA; SANTOS, 1990; WADT et al., 1999; NACHTIGALL; DECHEN, 2007). Estes autores concluíram que o DRIS apresentou vantagens sobre o nível crítico foliar no diagnóstico nutricional, visando à recomendação de adubação:

- a) A indicação de deficiências nutricionais é, frequentemente, mais bem definida quando se utilizam as relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, do que a concentração do nutriente isolado;
- b) Sendo o equilíbrio nutricional um fator crítico e importante na determinação da produtividade das plantas, principalmente em altos níveis de produção, o diagnóstico considerando o equilíbrio nutricional, com base em padrões ou normas, tem vantagens sobre o diagnóstico através do nível crítico de cada nutriente;
- c) As normas ou padrões de referência para o equilíbrio nutricional de

- uma cultura podem ser extrapolados para diversas regiões do País;
- d) Os nutrientes que estão limitando a produção, tanto por excesso como por deficiência, podem ser prontamente identificados e ordenados em função de sua importância na limitação da produtividade;
 - e) O diagnóstico pode ser realizado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, bem como independentemente de cultivar.

As desvantagens ou erros no diagnóstico pelo método DRIS foram descritos por Hallmark e Beverly (1991), onde verificaram que:

- a) O diagnóstico pelo método DRIS pode ser sensível à idade do tecido amostrado;
- b) O DRIS indica qual o nutriente é relativamente mais deficiente, mas não indica a probabilidade de resposta ou a quantidade a aplicar;
- c) As funções são calculadas usando uma (linear) ou duas (linear e não linear) equações;
- d) Alternativas formas de expressão dos nutrientes não são consistentes quanto à assimetria da relação;
- e) Alternativas formas de expressão não têm equivalentes coeficientes de variação (CV);
- f) Diferentes tamanhos de população apresentam diferentes normas;
- g) O método DRIS usa normas a partir de populações de alta produtividade (normas), mas também de populações gerais.

8.2.1 Normas DRIS

O método DRIS utiliza as relações binárias entre os nutrientes, incorporando o conceito de índices primários, o que o diferencia dos métodos tradicionais de diagnose foliar, como o nível crítico e faixas de suficiência. O cálculo dos índices DRIS depende, inicialmente, do estabelecimento de valores padrões ou normas de referência. Para isto, é necessário selecionar uma população de alta produtividade (população de referência), partindo-se da premissa de que existe uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e seus teores na planta, de modo que aumentos ou decréscimos

nas suas concentrações proporcionam variação na produção.

A partir de uma população maior, cujo conjunto de resultados foi criteriosamente selecionado, é feita a seleção da população de referência. Os bancos de dados para a obtenção das normas podem ter tamanhos variáveis em função das premissas a serem adotadas no método e devem ser uniformes quanto às características da cultura. Normas obtidas a partir de um grande banco de dados, geradas de diferentes tipos de variáveis, normalmente não podem ser generalizadas, e são consideradas representativas apenas se incluírem toda a variabilidade da população. Devem-se, portanto, definir esses atributos para, então, reunir e formar o banco de dados (LETZSCH; SUMMER, 1984).

A população escolhida para a obtenção das normas deve ser subdividida em duas subpopulações ou categorias (BEAUFILS, 1973; BEVERLY, 1991; WALWORTH; SUMMER, 1987):

- a) Plantas não anormais ou população de referência, que não são influenciadas por condições adversas e que apresentam produtividade significativamente superior a um nível arbitrariamente estabelecido;
- b) Plantas anormais ou população de não referência, que são influenciadas por outros fatores, com produtividade menor que o estabelecido.

As diversas pesquisas têm revelado que o sucesso e a eficiência do método DRIS são dependentes da seleção da população de referência. Letzsch e Summer (1984) citam que a população de referência deve conter, pelo menos, 10% das observações do banco de dados geral. Walworth e Summer (1987) descrevem que o ponto de referência para separar as subpopulações de referência e não referência deve ser escolhido de forma arbitrária, pois as mesmas subpopulações deverão apresentar distribuição normal. Malavolta e Malavolta (1989) recomendam que a população de referência seja obtida com resultados com níveis de 80% da produção máxima.

Uma vez definida a população de referência, são obtidas as normas que são constituídas das relações entre todos os pares de nutrientes e seus respectivos desvios-padrão e coeficientes de variação. A relação entre um par de nutrientes pode ser tanto direta como inversa, por exemplo, N/P e P/N,

respectivamente. Nos cálculos do método DRIS, apenas um tipo de relação é utilizado para cada par de nutrientes. Um dos critérios mais utilizados para a seleção da relação entre nutrientes é o critério da maior relação de variâncias entre as populações de baixa e alta produtividades (LETZSCH, 1985; WALWORTH; SUMMER, 1987), que consiste no cálculo da razão de variância das relações entre nutrientes entre o grupo de referência (r) e de baixa produtividade (b), tanto na ordem direta como na inversa. É selecionada a ordem da relação que apresentar maior razão de variância entre o grupo de alta e o de baixa produtividade:

$$\text{se: } [s^2(A/B)_b / s^2(A/B)_r] > [s^2(B/A)_b / s^2(B/A)_r] \quad \text{então: relação na norma} = A/B \quad (1)$$

$$\text{se: } [s^2(A/B)_b / s^2(A/B)_r] < [s^2(B/A)_b / s^2(B/A)_r] \quad \text{então: relação na norma} = B/A \quad (2)$$

em que:

$s^2(A/B)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de referência;

$s^2(A/B)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de baixa produtividade;

$s^2(B/A)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de referência;

$s^2(B/A)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de baixa produtividade.

8.2.2 Cálculo dos índices DRIS

Uma vez definidas as normas e selecionadas as relações para cada par de nutrientes, é possível calcular os índices DRIS para os teores de nutrientes de uma amostra. Assim, o cálculo de índices DRIS depende, inicialmente, do estabelecimento dos valores-padrão ou normas, obtidos para todos os nutrientes, dois a dois, onde se utiliza uma população de alta produtividade como população de referência.

O índice DRIS (I_A) para um determinado nutriente é definido como a média das funções de todas as relações contendo esse nutriente:

$$I_A = \frac{\sum_{i=1}^m f(A/B_i) - \sum_{j=1}^n f(B_j/A)}{m + n} \quad (3)$$

No método para o cálculo dos índices DRIS proposto originalmente por Beaufils (1973), as funções dos nutrientes são estabelecidas a partir das relações entre os pares de nutrientes e são impostas restrições quando a relação na amostra é maior ou menor que a relação média da população de referência. As funções são ponderadas através da recíproca dos coeficientes de variação das respectivas relações da população de referência. Para esse método, o valor da função é igual a zero quando a relação na amostra apresenta o mesmo valor da população de referência, independentemente de sua variabilidade. Esta metodologia resulta em índices DRIS para os nutrientes em maior deficiência, destacando-se deste modo as deficiências nutricionais.

$$f(A/B) = \begin{cases} \left[1 - \frac{A/B(r)}{A/B(a)} \right] \cdot \frac{100 \cdot k}{CV\%} & \text{para } A/B(a) < A/B(r) \\ 0, & \text{para } A/B(a) = A/B(r) \\ \left[\frac{A/B(a)}{A/B(r)} - 1 \right] \cdot \frac{100 \cdot k}{CV\%} & \text{para } A/B(a) > A/B(r) \end{cases} \quad (4)$$

em que:

$A/B(a)$ = relação entre a concentração do nutriente A e B na amostra;
 $A/B(r)$ = relação entre a concentração do nutriente A e B na população de referência;

$CV\%$ = coeficiente de variação para a relação, %;

s = desvio-padrão da relação;

k = constante de sensibilidade.

Um índice adicional pode ser obtido com o somatório dos valores absolutos dos índices DRIS dos nutrientes da amostra, denominado Índice de Balanço Nutricional (IBN) (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

$$\text{IBN} = |\text{Índice A}| + |\text{Índice B}| + \dots + |\text{Índice N}| \quad (5)$$

Este índice pode ser um indicativo do estado nutricional da planta, contudo não estabelece suas causas. Quanto menor o valor da soma, menor será o desequilíbrio entre nutrientes e, portanto, maior será a produtividade da cultura (Figura 1).

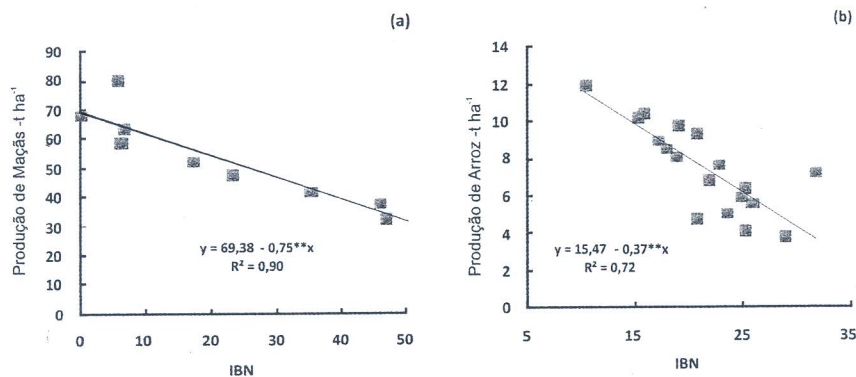


Figura 1 - Relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produção para as culturas da macieira (a) e do arroz irrigado (b) (Dados adaptados de NACHTIGALL, DECHEN (2007) e de GUINDANI et al. (2009), respectivamente).

8.3 Uso do método DRIS

O método DRIS foi desenvolvido por Beaufils (1971, 1973) para a cultura da seringueira. O método previa, originalmente, envolver o máximo de fatores envolvidos na produção, para diagnosticar as causas primárias e secundárias que afetam a produtividade. Contudo, o sistema evoluiu para um sistema de avaliação do estado nutricional das plantas. Seu uso tem mostrado ser um método útil neste tipo de diagnóstico para diversas culturas,

como trigo (SUMNER, 1977a), soja (SUMNER, 1977b; BEVERLY et al., 1986), citros (BEVERLY et al., 1984; CERDA et al., 1995; RODRIGUEZ et al., 1997), videiras (CHELVAN et al., 1984; SCHALLER et al., 1995; BHARGAVA; RAGHPATHI, 1996), pessegueiros (SANZ et al., 1992; MONGE et al., 1995), milho (ELWALI et al., 1985), pastagens (BAILEY et al., 1997), cerejeiras (DAVEE et al., 1986), bananeiras (ANGELES et al., 1993), macieiras (SZÜCS et al., 1990; GOH; MALAKOUTI, 1992; SINGH et al., 2000), entre outras.

No Brasil, os estudos e o desenvolvimento desse sistema envolvem diversas culturas, como café (LEITE, 1993; WADT et al., 1999a; REIS JÚNIOR et al., 2002; SILVA et al., 2003), cana-de-açúcar (ZAMBELLO JÚNIOR, 1979; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2002; ORLANDO FILHO, 1983), citros (BATAGLIA, 1989; CRESTE; NAKAGAWA, 1997; SANTOS, 1997; VELOSO et al., 2000; MOURÃO FILHO; AZEVEDO, 2003), soja (LEANDRO et al., 1996; MAEDA, 2003; LANTMANN et al., 2002), eucalipto (WADT et al., 1999b), mamoeiro (COSTA, 1995), banana (TEIXEIRA et al., 2002); macieira (NACHTIGALL; DECHEN, 2007), videira (GERGOLETTI, 1995; GUILHERME, 1995; COSTA, 1998), pastagem (SILVEIRA et al., 2005), arroz irrigado (GUINDANI et al., 2009), entre outras.

8.4 Considerações finais

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os minerais nos tecidos das plantas, cuja técnica se baseia no cálculo de índices DRIS para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações-padrão, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas.

A eficiência do DRIS é altamente dependente do estabelecimento de bases de dados adequadas para cada cultura, constituídas de informações do estado nutricional e da produção das plantas, as quais darão origem às Normas DRIS, que devem ser atualizadas continuamente.

O DRIS vem sendo divulgado em eventos técnicos e em publicações técnico-científicas como uma ferramenta alternativa e útil no diagnóstico nutricional das plantas. Sua utilização como método diagnóstico de nutrição mineral tem crescido nos últimos anos, em função do estabelecimento das Normas DRIS para diversas culturas, contudo sua maior diversificação ocorre em culturas perenes e em culturas anuais de ciclo longo. Para culturas anuais de ciclo curto, a limitação de uso do DRIS não está relacionada à eficiência do método, mas sim às limitações impostas pelo tempo de execução das análises químicas das folhas, que dificultam a aplicação prática do método.

8.5 Literatura citada

- ANGELES, D.E.; SUMMER, M.E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, p.1.059-1.070, 1993.
- 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**, v.197, p.127-135, 1997.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized score combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v.88, p.448-456, 1996.
- BATAGLIA, O.C. DRIS - citros - uma alternativa para avaliar a nutrição das plantas. **Laranja**, v.10, p.565-576, 1989.
- 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). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.339-344, 1990.
- BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis - a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, v.1, p.1-30, 1971.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).
- BEVERLY, R.B. **A practical guide to the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Athens: Micro-Macro, 1991. 87p.
- BEVERLY, R.B.; STARK, J.C.; OJALA, J.C. et al. Nutrient diagnosis of Valência

- oranges by DRIS. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.109, p.649-654, 1984.
- BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S. et al. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.17, p.237-256, 1986.
- BHARGAVA, B.S.; RAGHUPATHI, H.B. Current status and new norms of nitrogen nutrition for grapevine (*Vitis vinifera*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.65, p.165-169, 1996.
- CERDA, A.; NIEVES, M.; MARTINEZ, V. An evaluation of mineral analysis of Verna lemons by DRIS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26, p.1.697-1.707, 1995.
- CHELVAN, R.C.; SHIKHAMANY, S.D.; CHADHA, K.L. Evaluation of low yielding vines of Thompson seedless for nutrient indices by DRIS analysis. **Indian Journal of Horticulture**, v.41, p.166-170, 1984.
- COSTA, A.N. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo**. Viçosa, 1995. 95p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- COSTA, F. **Avaliação do estado nutricional da videira cultivar Itália em três estádios de desenvolvimento, na região de Jundiaí - SP, utilizando o método DRIS**. Piracicaba, 1998. 91p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CRESTE, J.E.; NAKAGAWA, J. Estabelecimento do método DRIS para a cultura do limoeiro em função da análise foliar; I: cálculo das normas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.297-305, 1997.
- DAVEE D.E.; RIGHETTI, T.L.; FALLAHI, E. et al. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in "Napoleon" sweet chery. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.11, p.988-993, 1986.
- ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. Sufficiency levels and DRIS norms for 11 nutrients in corn. **Agronomy Journal**, v.77, p.506-508, 1985.
- GERGOLETTI, I.F. **Avaliação do estado nutricional da videira - cultivar Itália em três estádios de desenvolvimento em São Miguel Arcanjo/SP, utilizando o método DRIS**. Piracicaba, 1995. 84p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GOH, K.M.; MALAKOUTI, M.J. Preliminary nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium DRIS norms and indices for apple orchards in Canterbury, New Zealand. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, p.1.371-1.385, 1992.
- GUILHERME, M.A.S. **Avaliação do estado nutricional da videira Itália em três**

