

# Avaliação Nutricional da soja pelo método DRIS, utilizando-se normas gerais e específicas, para solos de origem basáltica do Paraná

**NELSON HARGER<sup>(1)</sup>, CARLOS HISSAO KURIHARA<sup>(2)</sup>, FÁBIO ÁLVARES DE OLIVEIRA<sup>(3)</sup> & RICARDO RALISCH<sup>(4)</sup>**

**RESUMO** - A partir de 194 amostras foliares coletadas em lavouras de soja cultivadas em sistema de plantio direto a partir de solos basálticos, efetuou-se ajuste de modelo de regressão entre teores de nutrientes e índices DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), no intuito de se estabelecer faixas de suficiência para a diagnose do estado nutricional. O cálculo do índice DRIS foi efetuado a partir de normas definidas para solos de origem basáltica e solos de origem diversa; utilizando-se de banco de dados da Embrapa Soja constituído por 1047 e 2505 amostras, respectivamente. Observou-se que o uso de norma específica para solos de basalto, permitiu maior sensibilidade para diagnósticos de deficiência nutricionais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio magnésio e zinco; assim como amplitudes menores dos nutrientes na faixa de suficiência.

**Palavras-Chave:** (Diagnose foliar, deficiência nutricional, valores de referência)

## Introdução

O DRIS foi proposto inicialmente como modelo para a identificação de fatores limitantes à produtividade e tinha por objetivo estabelecer normas universais (sob diferentes condições edafoclimáticas). Pretendia-se abranger toda a variabilidade de fatores que agem sobre a população de referência, permitindo a aplicação das normas em quaisquer condições de cultivo, mesmo em condição geográfica diferente ao de origem do banco de dados [1]. Entretanto, atualmente, tem se mostrado muito mais eficiente como uma forma de interpretação de análise nutricional de plantas do que como modelo de produtividade agrícola [2].

Kurihara [3], Urano et al. [4] e Kurihara et al. [5], estabeleceram valores de referência regionalizados de interpretação de nutrientes na soja mediante o emprego do método DRIS, ao relacionarem os teores foliares com o respectivo índice DRIS a partir de banco de dados específico para as condições do Mato Grosso do Sul. Sugeriram a adoção de valores de faixa ótima, obtidas pela definição de uma amplitude de

desvios padrão em torno do valor ideal que representa o equilíbrio nutricional, ou seja, zero (Faixa de Beaufils). Como resultado, obtiveram menores amplitudes das faixas ótimas em relação às faixas de suficiência em Tecnologias...[6], valores estes associados a uma melhor sensibilidade no diagnóstico do estado nutricional.

Kurihara [3], observando os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre em amostras de folha de soja coletadas em solos argilosos no Mato Grosso do Sul, concluiu que os mesmos são influenciados pela adoção de normas gerais ou específicas para a classe textural, reforçando a necessidade do banco de dados representar as condições edafoclimáticas locais, em especial o fator capacidade tampão de fósforo do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso de normas gerais DRIS para solos de origem diversas e de normas específicas para solos de origem basáltica do Paraná no estabelecimento de faixas de suficiência a partir do ajuste de modelo de regressão entre teores de nutrientes e índices DRIS.

## Material e Métodos

### A. Formação do banco de dados

Foram selecionadas 231 áreas cultivadas comercialmente com a cultura da soja em sistema de plantio direto a partir de solos basálticos nos anos agrícolas 2005/06 e 2006/07, representativas de diversas regiões do Paraná.

As amostragens foram realizadas no estádio R2 (pleno florescimento) conforme descrição de Richie et al. [7], coletando-se o limbo foliar (trifólio) associado ao pecíolo em 30 folhas recém maduras, correspondente a terceira e/ou quarta folha, a partir do ápice da haste principal. As amostras compostas foram separadas entre pecíolo e trifólio, acondicionadas em sacos de papel e encaminhados para análise química.

No laboratório da Embrapa Soja, os pecíolos e trifólios foram submetidos a lavagens com água, solução ácida diluída e água destilada, seguida de secagem em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 65°C por 72 horas, pesadas e moídas em moinho tipo Willey, aonde

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é Coordenador Estadual da Cadeia Produtiva de Grãos da Emater. Rua Jamil Sony, 17, Bairro 28 de janeiro, Apucarana, PR, CEP 86800-660. E-mail: [nelsonharger@emater.pr.gov.br](mailto:nelsonharger@emater.pr.gov.br).

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Rod BR 163, km 253,6, Dourados, MS, CEP 79804-970.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Soja, C.P. 231, CEP 86001-970, Londrina - Pr

<sup>(4)</sup> Terceiro Autor é Professor do Centro de Ciência Agrárias, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, CEP 86.051-990.

procedeu-se a análise química do limbo foliar em 231 amostras e, separadamente, a do pecíolo em 142 amostras.

A partir dos resultados das análises químicas, foi verificada a hipótese de normalidade da distribuição de frequências dos quocientes entre os teores foliares de nutrientes, e dos quocientes transformados por função logarítmica neperiana pelo teste de Kolmogorov-Smirnov [8] a 1 e 5% de probabilidade, aonde foram selecionadas 194 amostras foliares para estudo.

#### *B. Definição das faixas de suficiência*

O cálculo dos índices DRIS nas amostras foliares em estudo, foi efetuado utilizando-se banco de dados da Embrapa Soja constituído por amostras de folhas sem pecíolo, coletados em parcelas experimentais, em solos de origem basáltica (1.047 amostras) e em solos de origem diversa (2.505 amostras).

A partir do ajuste de um modelo de regressão para teores de nutrientes em amostras de folhas sem pecíolo em função do índice DRIS, calculou-se a faixa ótima de nutrientes, considerando-se uma amplitude de  $\pm 10$  2/3 s para o  $I_A$ , ou seja,  $-6,7 \leq I_A \leq 6,7$  (Faixas de Beaufls). Os padrões de referência DRIS adotados foram formados com amostras de plantas de altas produtividades das regiões produtoras de soja a partir de normas geral e específica.

Na interpretação dos índices DRIS, os nutrientes foram classificados de acordo com o conceito de potencial de resposta à adubação (PRA), conforme Wadt [9], com modificações de Silva [10]. Para situações em que o valor absoluto do índice primário era maior do que o IENm, o nutriente foi considerado limitante por falta (LF) quando o índice era negativo e limitante por excesso (LE) quando este era positivo. Quando o índice para o nutriente apresentava valor absoluto menor ou igual a IENm, considerou-se que o mesmo não era limitante.

A universalidade das normas do banco de dados em estudo foi avaliada pela comparação da frequência de diagnoses concordantes (FDC) obtidas com o uso de normas gerais e de solos de origem basáltica, definida, para cada nutriente, como a média aritmética dos quocientes entre o número de talhões com o mesmo diagnóstico de status nutricional e o número de amostras totais em estudo.

### **Resultados**

#### *A. Prova de aderência ao teste de Kolmogorov-Smirnov*

Verificou-se inicialmente que 47,3% das relações duais apresentavam distribuição normal e outras 52,7% induziram a outra distribuição de probabilidade. Procedeu-se a eliminação de 37 amostras e aplicou-se nova prova de aderência ao teste de Kolmogorov-Smirnov para as 194 amostras restantes do banco de dados. Houve melhora

considerável na consistência dos dados, uma vez que 69,1 % das relações duais apresentaram distribuição normal, contra 30,9% das relações com algum desvio, ou seja, que ainda contribuíam para aumentos da assimetria nas relações duais. Ao se aplicar o teste de Kolmogorov-Smirnov para dados transformados para logaritmo neperiano, constatou-se que 86,4% das relações duais apresentaram distribuição normal, estabelecendo o banco de dados para definição de faixas de suficiência pelo método DRIS..

#### *B. Determinação das faixas de suficiência pelo DRIS*

A partir dos modelos de regressão ajustados para os teores de nutrientes em função do índice DRIS (Tabelas 1 e 2), obtidas a partir de norma geral e específica, calculou-se as faixas de suficiência para a interpretação dos resultados das análises de folhas de soja sem pecíolo para o Estado do Paraná, considerando-se uma amplitude de índice DRIS entre -6,667 e +6,667 (Tabela 3). Para teores de nutrientes inferiores ou superiores a esta faixa ótima, os índices DRIS estão associados a possíveis limitações de produtividade por deficiência ou excesso nutricional, respectivamente, razão pela qual foram definidos como limites para as faixas de interpretação - baixo e alto.

### **Discussão**

A partir dos resultados da Tabela 3, observam-se menores amplitudes dos valores de referência estimados para todos os nutrientes à exceção de Ca e Cu a partir de norma específica (valores regionalizados), em relação à norma geral.

Avaliando-se a frequência de diagnoses concordantes (FDC) para norma específica e geral (Tabela 4), constataram-se menores concordâncias para Mg, P e K. Para os demais nutrientes as concordâncias foram elevadas e acima de 90%. Com o uso de norma específica, observou-se maior sensibilidade no diagnóstico de N, P, K, Ca, Mg e Zn, nas interpretações por limitações por falta ou excesso.

Ao se comparar a interpretação dos teores foliares de nutrientes pelas faixas de suficiência estabelecidas a partir de norma geral, em relação à norma específica, verifica-se a ocorrência de equívocos no diagnóstico do estado nutricional da soja. Para os nutrientes N, Ca, Fe e Mn, parte das amostras que seriam constatadas ausência de limitações nutricionais (NL), caso se utilizasse norma específica, foram classificados como limitantes por excesso (LE) no uso de norma geral. No caso do Ca, Mg e Fe, o uso de norma geral induziria ainda para falsos diagnósticos de ausência de limitação em amostras que teriam limitação por falta. Por outro lado, as classes de suficiência estabelecidas a partir de norma geral também poderiam superestimar para diagnósticos de deficiência nutricional de P, S e Cu em amostras não limitantes, além de não interpretar como não limitantes em P, K, B e Zn em amostras com teores excessivos destes nutrientes.

## Conclusões

Considerando-se o uso de norma específica em relação à norma geral nas interpretações de resultados foliares, há maior sensibilidade de diagnóstico de carências e excessos nutricionais para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio magnésio e zinco, em lavouras de altas produtividades.

O uso de valores de referência regionalizados pelo método DRIS melhora a sensibilidade na diagnose do estado nutricional na análise foliar.

## Agradecimentos

Agradecemos aos pesquisadores Carlos Hissao Kurihara, Fábio Álvares de Oliveira e Ricardo Ralisch, colaboradores desse trabalho, que é parte de tese de doutorado do primeiro autor.

## Referências

- [1] SUMNER, M.E. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agron. J.*, 41:343-348, 1979.
- [2] BATAGLIA, O.C. DRIS: Origem e atualidade. In: DRIS: UM ALIADO DO DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE PLANTAS, 1999, Piracicaba. Boletim informativo. Piracicaba: SBCS, 1999. p.10-13.
- [3] KURIHARA, C.H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Viçosa, MG,

Universidade Federal de Viçosa 2004. 101p. (Tese de Doutorado).

- [4] URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos Chance Matemática, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação e Diagnose da Composição Nutricional. *R. Bras. Ci Solo*, 31:63-72, 2007.
- [5] KURIHARA, C.H.; STAUT, L.A.; MAEDA, S. Faixas de suficiência de nutrientes em de soja, em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, definidas pelo uso do método DRIS de diagnose do estado nutricional. In: Reunião de Pesquisa de Soja da região Central do Brasil, 30., 2008, Rio Verde, GO. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2008. p.293-295 (Embrapa Soja. Documentos, 304).
- [6] TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008, 280p. (Sistema de Produção 12. Embrapa Soja).
- [7] RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; RITCHIE, H.E.T. How a soybean plant develops. *Iowa State Univ. Of Science and Technol. Coop. Ext. Serv. Special Report*, 53, 1982. 20 p., (adaptado por J. T. Yorinori, 1996).
- [8] CAMPOS, H. Estatística experimental não-paramétrica. Piracicaba: USP, 1983. 349p.
- [9] WADT, P.G.S. Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. 1996. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa. 123p.
- [10] SILVA, G.G.C. Diagnose nutricional do eucalipto pelo DRIS, M-DRIS e CND. Viçosa, UFV, 2001. 132p. (Tese de Mestrado)

**Tabela 1.** Equações de regressão para teor de macro ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutriente ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) no terceiro trifólio sem pecíolo (TRI) e em estádio R2, em função do índice DRIS calculadas a partir de norma específica<sup>(1)</sup>.

| Macronutrientes                                                           | R <sup>2</sup> | Micronutrientes                                                            | R <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $\hat{N}_{\text{TRI}} = 56,09 + 0,804^{**} I_N$                           | 0,329          | $\hat{B}_{\text{TRI}} = 47,84 + 0,452^{**} I_B + 0,0884^{**} I_B^2$        | 0,700          |
| $\hat{P}_{\text{TRI}} = 3,50 + 0,104^{**} I_P$                            | 0,764          | $\hat{Cu}_{\text{TRI}} = 11,38 + 0,322^{**} I_{Cu}$                        | 0,863          |
| $\hat{K}_{\text{TRI}} = 20,93 + 0,506^{**} I_K$                           | 0,683          | $\hat{Fe}_{\text{TRI}} = 178,05 + 6,923^{**} I_{Fe} + 0,109^{**} I_{Fe}^2$ | 0,953          |
| $\hat{Ca}_{\text{TRI}} = 8,72 + 0,228^{**} I_{Ca} + 0,0029^{**} I_{Ca}^2$ | 0,872          | $\hat{Mn}_{\text{TRI}} = 75,61 + 4,493^{**} I_{Mn} + 0,053^{**} I_{Mn}^2$  | 0,917          |
| $\hat{Mg}_{\text{TRI}} = 4,12e^{0,0236806^{**} I_{Mg}}$                   | 0,827          | $\hat{Zn}_{\text{TRI}} = 31,48 + 1,169^{**} I_{Zn} + 0,019^{**} I_{Zn}^2$  | 0,884          |
| $\hat{S}_{\text{TRI}} = 3,23 + 0,0979^{**} I_S + 0,0021^{**} I_S^2$       | 0,612          |                                                                            |                |

<sup>(1)</sup> Norma específica - Banco de dados DRIS base Embrapa Soja formado por 1.047 amostras de solos de origem basáltica.

<sup>(2)</sup> Número de amostras para análise de regressão: 194

**Tabela 2.** Equações de regressão para teor de macro ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutriente ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) no terceiro trifólio sem pecíolo (TRI) e em estádio R2, em função do índice DRIS calculadas a partir de norma geral<sup>(1)</sup>.

| Macronutrientes                                                           | R <sup>2</sup> | Micronutrientes                                                          | R <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $\hat{N}_{\text{TRI}} = 54,59 + 0,943^{**} I_N$                           | 0,322          | $\hat{B}_{\text{TRI}} = 47,06 + 0,511^{**} I_B + 0,238^{**} I_B^2$       | 0,729          |
| $\hat{P}_{\text{TRI}} = 3,8 + 0,131^{**} I_P$                             | 0,777          | $\hat{Cu}_{\text{TRI}} = 3,847e^{0,0307^{**} I_{Cu}}$                    | 0,886          |
| $\hat{K}_{\text{TRI}} = 21,99 + 0,62^{**} I_K$                            | 0,672          | $\hat{Fe}_{\text{TRI}} = 172,65 + 7,618^{**} I_{Fe}$                     | 0,940          |
| $\hat{Ca}_{\text{TRI}} = 8,19 + 0,217^{**} I_{Ca} + 0,0029^{**} I_{Ca}^2$ | 0,871          | $\hat{Mn}_{\text{TRI}} = 73,035e^{0,0619^{**} I_{Mn}}$                   | 0,927          |
| $\hat{Mg}_{\text{TRI}} = 3,847e^{0,0293^{**} I_{Mg}}$                     | 0,779          | $\hat{Zn}_{\text{TRI}} = 3,67 + 1,425^{**} I_{Zn} + 0,031^{**} I_{Zn}^2$ | 0,942          |
| $\hat{S}_{\text{TRI}} = 3,30 + 0,113^{**} I_S + 0,0027^{**} I_S^2$        | 0,587          |                                                                          |                |

<sup>(1)</sup> Norma geral - Banco de dados DRIS geral base Embrapa Soja formado por 2.505 amostras de solos de origem diversas.

**Tabela 3.** Valores de referência para a interpretação dos resultados das análises de folhas de soja, a partir de amostras do trifólio sem pecíolo e estágio R2, de norma DRIS geral e específica do banco de dados da Embrapa Soja, para solos de origem basáltica.

| Nutriente | Norma geral                     |            |   |      |        | Norma específica |            |   |      |        |
|-----------|---------------------------------|------------|---|------|--------|------------------|------------|---|------|--------|
|           | Baixo                           | Suficiente |   |      | Alto   | Baixo            | Suficiente |   |      | Alto   |
|           | ----- g kg <sup>-1</sup> -----  |            |   |      |        |                  |            |   |      |        |
| N         | < 48,3                          | 48,3       | a | 60,9 | > 60,9 | < 50,7           | 50,7       | a | 61,4 | > 61,4 |
| P         | < 2,9                           | 2,9        | a | 4,7  | > 4,7  | < 2,8            | 2,8        | a | 4,2  | > 4,2  |
| K         | < 17,9                          | 17,9       | a | 26,1 | > 26,1 | < 17,6           | 17,6       | a | 24,3 | > 24,3 |
| Ca        | < 6,9                           | 6,9        | a | 9,8  | > 9,8  | < 7,3            | 7,3        | a | 10,4 | > 10,4 |
| Mg        | < 3,2                           | 3,2        | a | 4,7  | > 4,7  | < 3,6            | 3,6        | a | 4,9  | > 4,9  |
| S         | < 2,7                           | 2,7        | a | 4,2  | > 4,2  | < 2,7            | 2,7        | a | 4,0  | > 4,0  |
|           | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |            |   |      |        |                  |            |   |      |        |
| B         | < 54                            | 54         | a | 61   | > 61   | < 49             | 49         | a | 55   | > 55   |
| Cu        | < 9                             | 9          | a | 14   | > 14   | < 9              | 9          | a | 14   | > 14   |
| Fe        | < 122                           | 122        | a | 223  | > 223  | < 137            | 137        | a | 229  | > 229  |
| Mn        | < 48                            | 48         | a | 110  | > 110  | < 48             | 48         | a | 108  | > 108  |
| Zn        | < 26                            | 26         | a | 45   | > 45   | < 25             | 25         | a | 40   | > 40   |

<sup>(2)</sup> Número de amostras para análise de regressão: 194

**Tabela 4.** Frequência de talhões de lavouras de soja em relação às classes de status nutricional<sup>1</sup>, e frequência de talhões com diagnoses concordantes (FDC<sup>2</sup>) do status nutricional, estabelecidos pelo método do potencial de resposta a adubação aplicado ao DRIS<sup>3</sup>, utilizando-se norma geral e específica, para solos de origem basáltica.

| Nutriente | Norma geral                  |      |      | Norma específica |      |      | FDC  |
|-----------|------------------------------|------|------|------------------|------|------|------|
|           | Classe de status nutricional |      |      |                  |      |      |      |
|           | LF                           | LE   | NL   | LF               | LE   | NL   |      |
|           | ----- % -----                |      |      |                  |      |      |      |
| N         | 2,1                          | 23,2 | 74,7 | 3,6              | 13,4 | 83,0 | 92,4 |
| P         | 16,0                         | 4,6  | 79,4 | 7,7              | 19,6 | 72,7 | 84,5 |
| K         | 8,2                          | 24,2 | 67,5 | 6,2              | 40,2 | 53,6 | 88,0 |
| Ca        | 31,4                         | 19,1 | 49,5 | 36,6             | 10,8 | 52,6 | 91,1 |
| Mg        | 51,0                         | 1,5  | 47,4 | 73,2             | 0,5  | 26,3 | 84,5 |
| S         | 60,3                         | 0,0  | 39,7 | 52,1             | 0,0  | 47,9 | 94,5 |
| B         | 0,0                          | 33,5 | 66,5 | 1,0              | 38,1 | 60,8 | 92,1 |
| Cu        | 30,9                         | 13,9 | 55,2 | 23,7             | 11,3 | 64,9 | 92,8 |
| Fe        | 26,3                         | 30,4 | 43,3 | 30,9             | 25,3 | 43,8 | 92,1 |
| Mn        | 4,1                          | 35,1 | 60,8 | 4,6              | 28,9 | 66,5 | 94,8 |
| Zn        | 4,1                          | 46,4 | 49,5 | 3,1              | 56,2 | 40,7 | 92,8 |

<sup>1</sup>LF, LE e NL = limitante por falta, limitante por excesso e não limitante, respectivamente; <sup>2</sup> FDC = número de talhões com o mesmo diagnóstico de status nutricional em relação ao número total de talhões existente; <sup>3</sup> Beaufils (1973), considerando o IENm proposto por Wadt (1996).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.