

# **Aperfeiçoamento, aferição e regionalização das normas estabelecidas pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a soja no estado do Paraná**

---

*Cesar de Castro  
Fábio Álvares de Oliveira  
Clóvis Manuel Borkert  
Gedi Jorge Sfredo*

**Número do Projeto:** 03.02.515.00

**Líder:** César de Castro

**UD de origem do projeto:** Embrapa Soja

**Número de Planos de Ação que compõem o projeto:** 4

**Unidade/Instituições participantes:** Fundação Meridional de Apoio a Pesquisa Agropecuária, Cooperativa Agropecuária Morãoense, Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda (FAPA)

## **Resumo**

Quando se planeja a adubação para alta produtividade em soja, a utilização da análise de solo é uma das principais metodologias para tomada de decisão de recomendar adubação para a cultura.

Porém, outros métodos de diagnose, como a análise foliar para diagnóstico do estado nutricional da planta e a análise de solo interpretada por meio de níveis críticos, apesar de mostrar resultados satisfatórios, apresentam certas limitações, pois não consideram as interações entre eles e não utilizam o balanço nutricional da planta na interpretação da análise. Com isso, quando mais de dois nutrientes encontram-se abaixo dos níveis críticos, os métodos interpretativos não permitem avaliar qual nutriente limita mais a produção.

O DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), desenvolvido por Beaufils (1971), é um método que utiliza a relação entre os nutrientes para interpretar os resultados da análise foliar e indicar qual o nutriente limitou a produção.

Os diagnósticos do método DRIS para problemas nutricionais podem ser testados utilizando amostras cujos problemas nutricionais são conhecidos (Bataglia & Santos, 1990) ou amostras de experimentos com diferentes doses dos nutrientes (Beverly et al., 1986). Para formar as normas DRIS foram utilizadas as amostras de tecido e as respectivas produtividades dos ensaios finais do melhoramento genético de soja e dos ensaios de fertilidade do solo do Paraná, localizados em Londrina, Campo Mourão, Cascavel, Guarapuava, Ponta Grossa, Mamborê, Mauá da Serra, Brasilândia e Mandaguaçu.

A obtenção de normas DRIS para a cultura da soja permite identificar os nutrientes em desequilíbrio (excesso ou deficiência), e assim, melhorar a técnica de indicar adubação, racionalizando o uso de fertilizantes, reduzindo o custo produtivo e de agressão ao meio ambiente.

A continuidade do desenvolvimento do programa DRIS vai possibilitar a regionalização do sistema, tornando mais eficientes o seu uso e a interpretação dos resultados.

## **Introdução**

A adubação representa em torno de 25 % a 45 % do custo dos insumos na lavoura de soja, sendo, portanto, um investimento caro, em que o seu uso criterioso pode, por si só, resultar em aumento do lucro na propriedade rural e reduzir os riscos de impacto ambiental. Assim, o aumento da eficiência da avaliação do estado nutricional das plantas e a recomendação de nutrientes assumem fundamental importância, não só para atender às necessidades nutricionais para garantir a máxima produtividade, como também para reduzir a aplicação de fertilizantes e, conseqüentemente, os custos de produção e os riscos de contaminar o solo.

A diagnose visual, a análise química de solo, a análise foliar e os métodos biológicos são os principais métodos de diagnóstico do estado nutricional (Malavolta, 1980; Fageria et al., 1991; Lopes & Carvalho, 1991). Desses métodos, a análise química de solo e a análise foliar são os mais utilizados em áreas comerciais. Entretanto, com o aumento da produtividade nas principais regiões agrícolas, são necessários métodos de avaliação do equilíbrio nutricional das plantas e de predição da necessidade de fertilizantes mais precisos.

A utilização de resultados de análise do solo e das folhas e a sua interpretação por meio de valores de referência indicados como níveis críticos, apesar de mostrar resultados satisfatórios, apresenta certas limitações, pois não considera as interações entre eles e não utiliza o balanço nutricional da planta na interpretação. A análise químico-quantitativa de uma planta ou parte dela fornece um valor integrado de todos os fatores que influenciaram a sua composição, até o momento da amostragem (Fageria, 1984). Com isso, quando mais de dois nutrientes encontram-se abaixo dos níveis críticos, os métodos interpretativos da análise de tecidos não permitem avaliar qual nutriente limita mais a produção.

Assim, o DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), desenvolvido por Beaufils (1971), é um método que utiliza a relação entre os nutrientes para interpretar os resultados da análise foliar e indicar a ordem de nutrientes limitantes à produção. Os diagnósticos do método DRIS para problemas nutricionais podem ser testados utilizando amostras com indicadores nutricionais conhecidos (Bataglia & Santos, 1990) ou amostras de experimentos com diferentes doses dos nutrientes (Beverly et al., 1986). A base do DRIS é a composição de uma norma de referência representativa das condições de cultivo que se pretende avaliar.

## Objetivos

- Aumentar a representatividade da base de dados para a elaboração das normas DRIS.
- Oferecer mais uma ferramenta aos agricultores e à assistência técnica, para melhor interpretar a análise de tecido e a recomendação do uso de adubos.
- Racionalizar o uso de fertilizantes na agricultura e reduzir os custos com a adubação.

## Resultados e discussão

Para a obtenção do banco de dados foram coletadas, no estádio de desenvolvimento R1, folhas de soja e as respectivas produtividades de amostras de vários experimentos nas safras 2003/2004 a 2004/2005, no Estado do Paraná (Londrina, Campo Mourão, Guarapuava, Cascavel, Mandaguauçu, Brasilândia, Primeiro de Maio, Sertanópolis, Mamborê e Ponta Grossa), desenvolvidas com macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu e B), calagem e também nos ensaios finais do programa de melhoramento genético de soja da Embrapa Soja. Foram coletadas, ainda, folhas e respectivas produtividades nos Estados do Mato Grosso do Sul (Naviraí) e de São Paulo (Taciba). Essas amostras, apesar de coletadas em outras localidades, estão localizadas em áreas sob o mesmo domínio geológico e climático da região noroeste do Paraná, o arenito Caiuá, que abrange as áreas de produção de soja sob solos arenosos.

Do total das amostras coletadas nos ensaios de avaliação final do programa de melhoramento genético, foram pré-selecionadas para as análises de tecido vegetal somente as amostras com produtividades variando de 3.000 kg/ha até 5.891 kg/ha. Esse princípio, além de reduzir os custos com análises químicas, teve o objetivo de compor o banco de dados para a geração das Normas DRIS com amostras representativas de cultivos de alta produtividade.

Além disso, para aumentar a estabilidade da base de dados quanto aos fatores agroclimáticos, foram incluídas amostras de tecido vegetal provenientes de parcelas experimentais de alta produtividade, cultivadas nas safras anteriores ao início desta pesquisa, nas mesmas regiões geográficas abrangidas pelo projeto, no Estado do Paraná.

As amostras coletadas e selecionadas por produtividade foram analisadas quimicamente para a determinação dos teores de macro e micronutrientes.

Para o desenvolvimento das Normas DRIS, a base de dados foi organizada no formato Microsoft Excel, estabelecendo a população de referência, com base nos valores com altas produtividades de soja e desvios no diagnóstico nutricional, fundamentando-se nos valores de suficiência para os nutrientes analisados (Correção..., 2006).

A partir das populações de referência, foram geradas as normas DRIS, utilizando as relações reduzidas calculadas pelo procedimento de Jones (1981), conforme recomendado por Alvarez V. & Leite (1999). Por esse procedimento, os índices DRIS foram calculados utilizando a média das razões reduzidas diretas (com o nutriente no numerador) e inversas (com o nutriente no denominador) dos nutrientes, conforme a fórmula:

$$\text{Índice A} = \frac{[Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)]}{2(N-1)}$$

Onde: Z(A/B) até Z(A/N) são as relações reduzidas normais e Z(B/A) até Z(N/A) são as relações reduzidas inversas dos teores de todos os nutrientes em relação ao nutriente A e; n, o número de nutrientes envolvidos. As relações reduzidas foram calculadas pela fórmula:

$$Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] \frac{10}{s_{a/b}} \quad \text{Se } a/b > A/B \text{ ou } A/B > a/b.$$

Onde:  $s_{a/b}$  é o desvio padrão da razão dos nutrientes A e B da população de referência.

Dessa forma, tem-se os índices DRIS para cada nutriente,  $I_{N'}$ ,  $I_{P'}$ ,  $I_{K'}$ ,  $I_{Ca'}$ ,  $I_{Mg'}$ ,  $I_{S'}$ ,  $I_{B'}$ ,  $I_{Cu'}$ ,  $I_{Fe'}$ ,  $I_{Mn'}$ ,  $I_{Zn}$ , permitindo a interpretação individual para cada nutriente da amostra. Conhecidos esses valores, também foi calculado o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm), para a interpretação do diagnóstico do equilíbrio nutricional, que é a soma das normas de cada nutriente gerados pelo programa DRIS e divididos pelo número de nutrientes analisados, conforme equação que segue:

$$\text{IBNm} = \frac{\sum (|I_N| + |I_P| + |I_K| + |I_{Ca}| + |I_{Mg}| + |I_S| + |I_B| + |I_{Cu}| + |I_{Fe}| + |I_{Mn}| + |I_{Zn}|)}{11}$$

Onde:  $|I_N|$  até  $|I_{Zn}|$  representam os valores das normas DRIS de cada nutriente em módulo, ou seja, não se considerando o sinal positivo ou negativo.

A interpretação dos índices DRIS utiliza como referência o valor “zero” para o somatório das razões entre os nutrientes. Assim, valores negativos indicam deficiência do nutriente, valores positivos indicam excesso, enquanto valores próximos a zero correspondem a nutrição equilibrada.

Além da geração das normas a partir de uma população de referência conhecida e de produtividade elevada, foram necessários testes de simulação para aferir e validar o diagnóstico nutricional pelas normas DRIS, correlacionando-se o IBN e a produtividade.

A aferição foi determinada pela análise estatística dos dados, utilizando-se o teste correlação linear e quadrática (Pimentel Gomes, 1990) para comparar a produtividade média de cada amostra com o respectivo IBNm. Para tanto, foram utilizados experimentos de calibração de nutrientes que permitem identificar corretamente a situação nutricional das amostras avaliadas, desde as deficientes até as excessivas. Os resultados das análises foliares dessas unidades experimentais foram avaliados pelo DRIS, para permitir aferir a eficiência do diagnóstico emitido pelo programa e indicar a confiabilidade da base de dados utilizada. A validação foi realizada em áreas experimentais de produtividade elevada, pela confirmação do diagnóstico correto indicado por valores de IBNm baixos e também em áreas com problemas nutricionais identificados e avaliação de desbalanço nutricional pelo DRIS.

Atualmente, o banco de dados selecionado para alta produtividade da soja no Paraná apresenta 3.800 amostras de tecido e respectiva produtividade. No entanto, como a montagem do banco de dados é um processo dinâmico, em todas as safras novas amostras representativas da região são incluídas, aumentando cada vez mais sua representatividade. Como grande parte das amostras do banco de dados é proveniente dos ensaios finais do melhoramento genético de soja da Embrapa Soja, este trabalho de aperfeiçoamento da avaliação do estado nutricional tem-se atualizado simultaneamente à evolução genética da soja. Além disso, com a continuidade dessa metodologia para a geração das normas de referência DRIS, será possível gerar informações específicas para cada cultivar lançada pela Embrapa Soja ou, pelo menos, a separação por ciclo de desenvolvimento, o que aumentará ainda mais a representatividade do DRIS e será mais um fator decisivo para o agricultor na hora de escolha da cultivar.

Atualmente, está disponível uma versão *on line* do programa na home page da Embrapa Soja (<http://www.cnpso.embrapa.br/dris>), possibilitando a interpretação do estado nutricional da soja pelo DRIS, utilizando normas de referência estaduais, o que tem permitido o acesso de profissionais relacionados à cadeia produtiva da soja no Estado do Paraná. Desse modo, o sojicultor tem condições de interpretar de forma mais precisa o manejo da fertilidade do solo na sua propriedade.

## **Conclusões**

O DRIS Embrapa Soja, disponível *on line*, possibilita o aumento da eficiência na interpretação do estado nutricional da soja, utilizando normas de referência estaduais.

A possibilidade de identificar a ordem de limitação nutricional das plantas e corrigir os desvios da adubação reduz o consumo de fertilizantes, o que aumenta a eficiência de sua utilização na cultura da soja. Além disso, a redução no consumo desnecessário de fertilizantes também diminui os consequentes impactos negativos ao meio ambiente.



## Referências

ALVAREZ V. V. H.; LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação – DRIS. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.1, p 20 a 24, 1999.

BATAGLIA, O.C; SANTOS, W.R. dos. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência dos índices do Sistema Integrado de Diagnóstico 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 Africa Journal**, v.1, p. 1-30, 1971.

BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S.; Plank, C.O. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.17, p. 237-256, 1986.

CORREÇÃO e manutenção da fertilidade do solo. In: TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.41-63 (Embrapa Soja. Documentos, 185).

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Campus: EMBRAPA – CNPAF, 1984. 341p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. Marcel Dekker, Inc. New lork, 1991. (Books ins soils, plants an environment, v.18).

JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. v.12, p.785-974, 1981.

LOPES, A.S; CARVALHO, J.G. de. Técnicas de levantamento e diagnose da fertilidade do solo. In: OLIVERIA, A.J. de; GARRIDO, W.E.; ARAUJO, J.D. de; LOURENÇO, S.(Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA – SEA, 1991, 392p (EMBRAPA–SEA. Documentos, 3).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.