



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1679-043X

Dezembro, 2003

## **Documentos** 59

### Valores de Referência e Programa DRIS para Avaliação Nutricional de Soja em Naviraí, MS

Shizuo Maeda  
João Ronaldo Novachinski  
Rômulo Penna Scorza Júnior  
Oscar Fontão de Lima Filho  
Amoacy Carvalho Fabricio

Dourados, MS  
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

*Embrapa Agropecuária Oeste*

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó

Caixa Postal 661

79804-970 Dourados, MS

Fone: (67) 425-5122

Fax: (67) 425-0811

www.cpao.embrapa.br

E-mail: sac@cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Renato Roscoe*

Secretário-Executivo: *Rômulo Penna Scorza Júnior*

Membros: *Amoacy Carvalho Fabricio, Clarice Zanoni Fontes, Crébio José Ávila, Eli de Lourdes Vasconcelos, Gessi Ceccon e Guilherme Lafourcade Asmus.*

Editoração eletrônica, Revisão de texto e Supervisão editorial:

*Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Foto da capa: *Silvio Ferreira*

1ª edição

1ª impressão (2003).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

CIP-Catálogo-na-Publicação.

*Embrapa Agropecuária Oeste.*

---

Valores de referência e programa DRIS para avaliação nutricional de soja em Naviraí, MS / Shizuo Maeda ... [et al]. – Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2003.

22 p. : il. ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-043X ; 59).

1. Soja - Nutrição - Diagnóstico - Brasil - Mato Grosso do Sul - Naviraí. 2. DRIS - Soja - Nutrição - Diagnóstico - Brasil - Mato Grosso do Sul - Naviraí. I. Maeda, Shizuo. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Série.

---

# Autores

Shizuo Maeda  
Eng. Agrôn., Pesquisador, Dr.,  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
Fone: (67) 425-5122, Fax: (67) 425-0811.  
E-mail: maeda@cpao.embrapa.br

João Ronaldo Novachinski  
Adm., Analista de Sistema,  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
Fone: (67) 425-5122, Fax: (67) 425-0811  
E-mail: jronaldo@cpao.embrapa.br

Rômulo Penna Scorza Júnior  
Eng. Agrôn., Pesquisador, Ph.D.,  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
Fone: (67) 425-5122, Fax: (67) 425-0811  
E-mail: romulo@cpao.embrapa.br

Oscar Fontão de Lima Filho  
Eng. Agrôn., Pesquisador, Dr.,  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
Fone: (67) 425-5122, Fax: (67) 425-0811  
E-mail: oscar@cpao.embrapa.br

Amoacy Carvalho Fabricio  
Eng. Agrôn., Pesquisador, Dr.,  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS.  
Fone: (67) 425-5122, Fax: (67) 425-0811  
E-mail: amoacy@cpao.embrapa.br

# Apresentação

A avaliação do estado nutricional das culturas, via análise foliar, é uma importante ferramenta que complementa as informações fornecidas pela análise de solo, permitindo maior segurança na recomendação de adubação.

E dentre os métodos existentes para a interpretação dos resultados da análise foliar, tem-se destacado o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

Esta publicação apresenta as normas para o DRIS, específicas para as condições edafoclimáticas do Estado de Mato Grosso, obtidas a partir do monitoramento de lavouras comerciais de soja.

*Mário Artemio Urchei*  
Chefe-Geral



# Sumário

Valores de Referência e Programa DRIS para a Avaliação Nutricional de Soja em Naviraí, MS.....	9
Introdução.....	9
Metodologia.....	11
formação do Banco de Dados.....	11
Seleção da População de Referência.....	12
Obtenção dos Valores de Referência.....	12
Desenvolvimento do Programa Computacional.....	13
Referências Bibliográficas.....	21





# Valores de Referência e Programa DRIS para Avaliação Nutricional de Soja em Naviraí, MS

---

*Shizuo Maeda  
João Ronaldo Novachinski  
Rômulo Penna Scorza Júnior  
Oscar Fontão de Lima Filho  
Amoacy Carvalho Fabricio*

## Introdução

Para a avaliação da fertilidade de solos destinados ao cultivo de soja em Mato Grosso do Sul têm sido utilizadas, como métodos diagnósticos, as análises de solo e de folhas, cujos resultados são interpretados a partir do critério das faixas de concentração. Por este critério, o diagnóstico nutricional é baseado na comparação do teor do nutriente da amostra em diagnose com faixas de concentração crítica do nutriente e, em geral, as interpretações de teores foliares de nutrientes são realizadas de forma independente uma das outras. Assim, as interações existentes entre os nutrientes não são consideradas na interpretação dos resultados analíticos, constituindo-se numa limitação do método. Além disso, ao utilizar esse critério, estando dois ou mais nutrientes abaixo de suas faixas críticas, o método não permite diagnosticar e hierarquizar essas limitações.

As deficiências apresentadas pelo critério das faixas de concentração podem ser minimizadas pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS (Beaufils, 1973). Estudos realizados com o método, em diferentes culturas, têm indicado boas perspectivas para a diagnose nutricional (Leandro, 1998 e Sumner, 1979). O DRIS é um sistema de cálculo no qual a média

aritmética das relações entre teores de nutrientes em uma amostra, transformadas em variáveis normais reduzidas, são comparadas matematicamente com valores "ótimos" (valores de referência ou normas), das mesmas razões de uma população de alta produtividade (população de referência). Essa comparação possibilita a obtenção de índices de diagnose utilizados no ordenamento dos desequilíbrios nutricionais. Os efeitos de fatores edafoclimáticos nos valores de referência do DRIS, resultando em diagnósticos errôneos quando se utilizam valores de referência obtidos em condições distintas daquelas da amostra sob diagnose, indicam a necessidade de se obterem valores de referência particularizados para melhorar a eficiência do DRIS, conforme observado por Beaufils (1973).

O objetivo do presente trabalho foi obter os valores de referência do DRIS para a cultura de soja cultivada na região de Naviraí, MS e informatizar os procedimentos de cálculo dos índices de diagnose do DRIS.

## Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho, amostras de folhas e de grãos foram coletadas na safra 2002/2003, em lavouras comerciais na região de Naviraí, MS. Sessenta e sete amostras foram coletadas em 16 propriedades, selecionadas considerando o manejo adequado da lavoura. A amostragem de folhas foi realizada no estágio fenológico R1 (Costa & Marquezan, 1982), coletando-se a última folha amadurecida sem pecíolo (terceira folha, do ápice para a base da planta, na haste principal), de acordo com o recomendado por Embrapa Agropecuária Oeste (2001).

Nas amostras foliares foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). Para a determinação da produtividade de grãos foram colhidas as plantas em quatro fileiras de 5 metros, em cada parcela. Esse procedimento foi realizado na maturação de colheita, o qual corresponde ao estágio R8 na escala de Costa & Marquezan (1982). As plantas colhidas foram secas e trilhadas e, em seguida, as amostras de grãos foram avaliadas para a produtividade, sendo os valores expressos  $\text{kg ha}^{-1}$ , a 13% de umidade.

O DRIS foi desenvolvido conforme Schutz & Villiers (1987): a) formação do banco de dados; b) seleção da população de referência e obtenção dos valores de referência.

### Formação do Banco de Dados

O banco de dados utilizado para o desenvolvimento dos valores de referência do DRIS, para a região de Naviraí, MS, foi composto por 67 amostras. As informações utilizadas para a formação da base de dados e para o desenvolvimento do DRIS foram os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de grãos.

## Seleção da População de Referência

O banco de dados foi dividido em duas subpopulações, considerando-se a produtividade de  $3.500 \text{ kg ha}^{-1}$  como o limite entre a subpopulação A, de alta produtividade ( $3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a qual corresponde à população de referência do DRIS e a subpopulação B, de baixa produtividade ( $< 3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A população de referência foi composta de 28 amostras.

## Obtenção dos Valores de Referência

Em cada subpopulação os nutrientes foram expressos em todas as relações possíveis na forma de quociente e, em seguida, foram calculadas as médias ( $X_A$  e  $X_B$ ), os desvios padrão ( $s_A$  e  $s_B$ ), os coeficientes de variação (CV) e as variâncias ( $s_A^2$  e  $s_B^2$ ) da concentração de cada nutriente e dos valores dos quocientes das relações entre estes, de acordo com Walworth & Sumner (1987) e Beaufils (1973). Por meio da comparação da razão entre as variâncias das relações nutricionais das duas subpopulações ( $s_B^2/s_A^2$ ), para cada relação nutricional, na forma direta e inversa (exemplo N/P e P/N), foram selecionadas aquelas relações com maior razão entre as variâncias (Walworth & Sumner, 1987). As médias dos quocientes das relações entre as concentrações dos nutrientes selecionados e os seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação, correspondentes à subpopulação de alta produtividade (A), representam os valores ou normas de referência do DRIS.

A verificação da normalidade na distribuição dos dados foi feita por meio da prova de aderência à distribuição normal de Kolmogorov-Smirnov (Assis, et al., 1996).

## Desenvolvimento do Programa Computacional

O programa computacional foi desenvolvido na planilha Excell, em ambiente Windows e é composto de três planilhas: de esclarecimentos (Fig. 1), de entrada de dados (Fig. 2) e de visualização e impressão dos dados (Fig. 3).

Na planilha de esclarecimentos são prestadas informações sobre o objetivo do programa, sobre os autores do trabalho, sobre os teores da população de referência e a necessidade de avaliação e aprimoramento constante da base de dados. Na planilha de entrada de dados são informadas as unidades de medida de cada nutriente analisado. Na planilha de visualização e de impressão são apresentados os dados de entrada, com a interpretação de acordo com o critério das faixas de concentração (Embrapa Agropecuária Oeste, 2001 e, os índices DRIS, interpretados de acordo com os critérios apresentados na Tabela 1, conforme Wadt et al. (1998). São apresentados, também, os índices de diagnose na forma gráfica.

Os índices de diagnose do DRIS são obtidos conforme os critérios de Beaufils (1973). As funções intermediárias são estimadas conforme fórmulas e critérios a seguir apresentados:

$$f(X/Y) = \left[ \left( \frac{X/Y}{x/y} \right) - 1 \right] \left( \frac{100k}{CV} \right) \quad \text{se } X/Y > x/y \quad \text{Equação (1)}$$

$$f(X/Y) = \left[ 1 - \left( \frac{x/y}{X/Y} \right) \right] \left( \frac{100k}{CV} \right) \quad \text{se } X/Y < x/y \quad \text{Equação (2)}$$

$$f(X/Y) = 0 \quad \text{se } x/y = X/Y \quad \text{Equação (3)}$$

sendo:

$X/Y$  = valor do quociente das concentrações entre dois nutrientes genéricos X e Y na amostra sob avaliação;

$x/y$  = valor de referência entre dois nutrientes genéricos X e Y;

CV = coeficiente de variação da relação entre dois nutrientes genéricos X e Y da população de referência;

k = coeficiente de sensibilidade, de valor arbitrário, utilizado nesta equação de acordo com Beaufils (1973), para que os valores dos índices de diagnose apresentem magnitudes convenientes, sendo o valor adotado neste trabalho igual a 10.

O cálculo do índice de diagnose do DRIS, para cada nutriente, é feito por intermédio da fórmula geral proposta por Beaufils (1973), conforme a Equação 4:

$$\text{Índice}_X = \left[ \frac{f(X/Y_1) + \dots + f(X/Y_m) - f(Z_1/X) - \dots - f(Z_n/X)}{m + n} \right] \text{ Equação (4)}$$

sendo:

X = nutriente genérico sob avaliação;

$Y_1, Y_2$  e  $Y_n$  = nutrientes genéricos que aparecem no denominador das relações com o nutriente genérico X;

$Z_1, Z_2$  e  $Z_n$  = nutrientes genéricos que aparecem no numerador das relações com o nutriente genérico X;

m = número de funções em que o nutriente em processamento se encontra no numerador da relação;

n = número de funções em que o nutriente em processamento se encontra no denominador da relação;

$f(X/Y_1)$  = função da relação entre os nutrientes genéricos X e  $Y_1$  e,

$f(Z_1/X)$  = função da relação entre os nutrientes genéricos  $Z_1$  e X .

O sinal da função inserida na fórmula de cálculo dos índices de diagnose é atribuído considerando-se a posição do nutriente na relação. No numerador o sinal é positivo e no denominador é negativo (Beaufils, 1973).

Na Tabela 2 encontram-se as concentrações médias dos nutrientes analisados da população de referência do trabalho.

Na Tabela 3 são apresentados os valores foliares de referência - VR (média e coeficiente de variação), para o DRIS obtidos neste trabalho e utilizados no programa.

Os valores de referência mencionados na Tabela 3 necessitam ser avaliados para sua validação. Para o incremento da eficácia do DRIS na diagnose nutricional necessita-se aumentar o número de amostras na população de referência.

Só é possível utilizar o programa desenvolvido caso todas as variáveis utilizadas sejam inseridas.

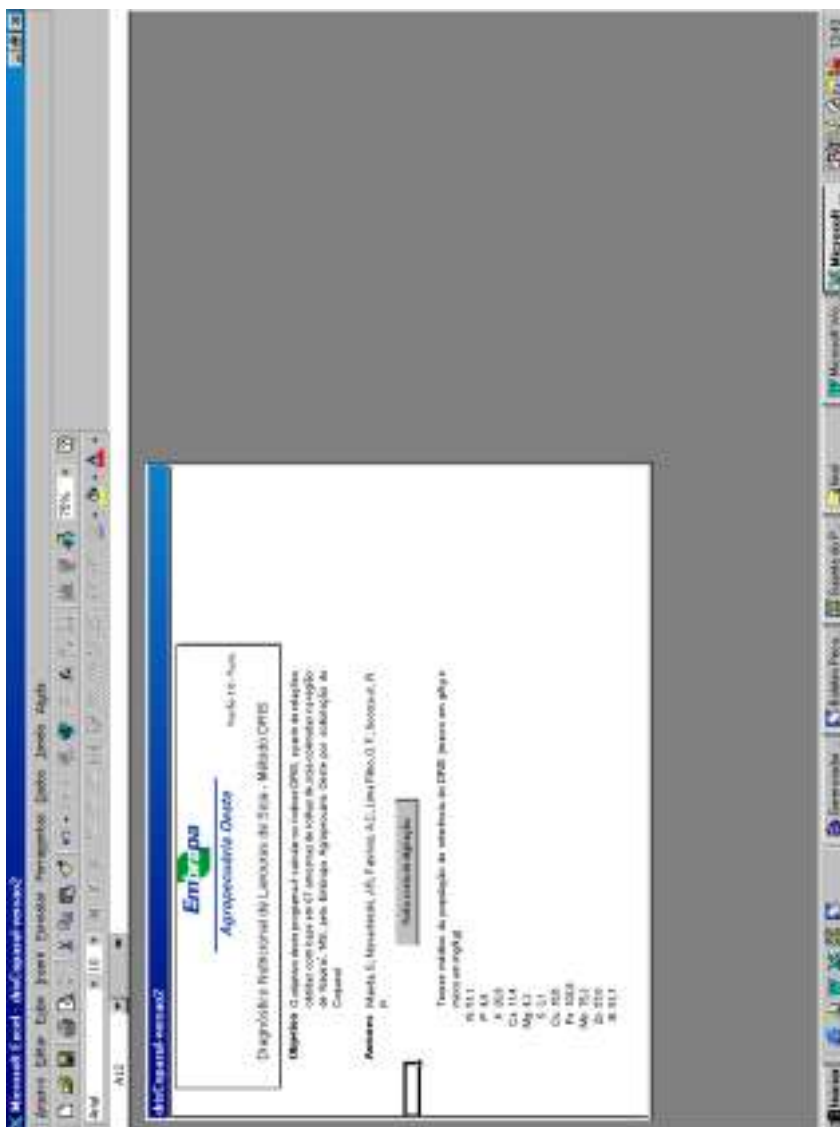


Fig. 1. Tela de esclarecimentos do programa desenvolvido.



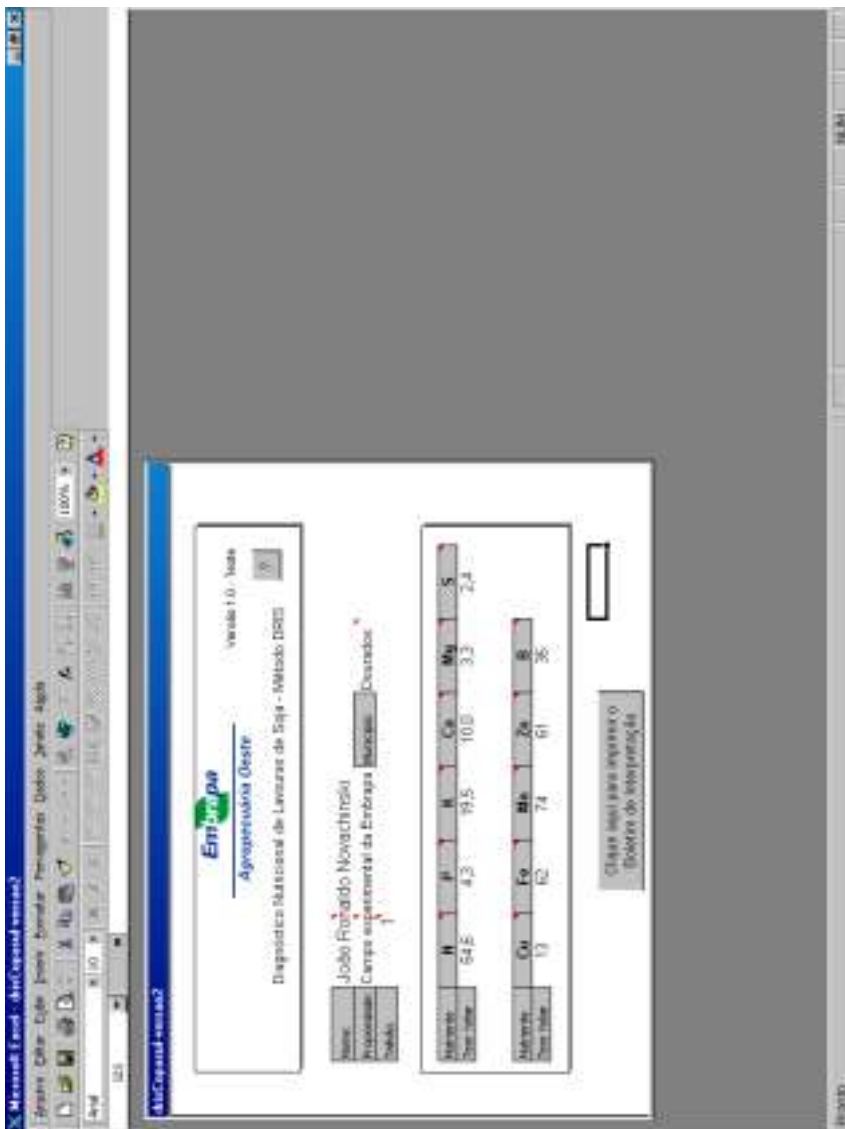


Fig. 2. Tela de digitação das informações requeridas para execução do programa desenvolvido.

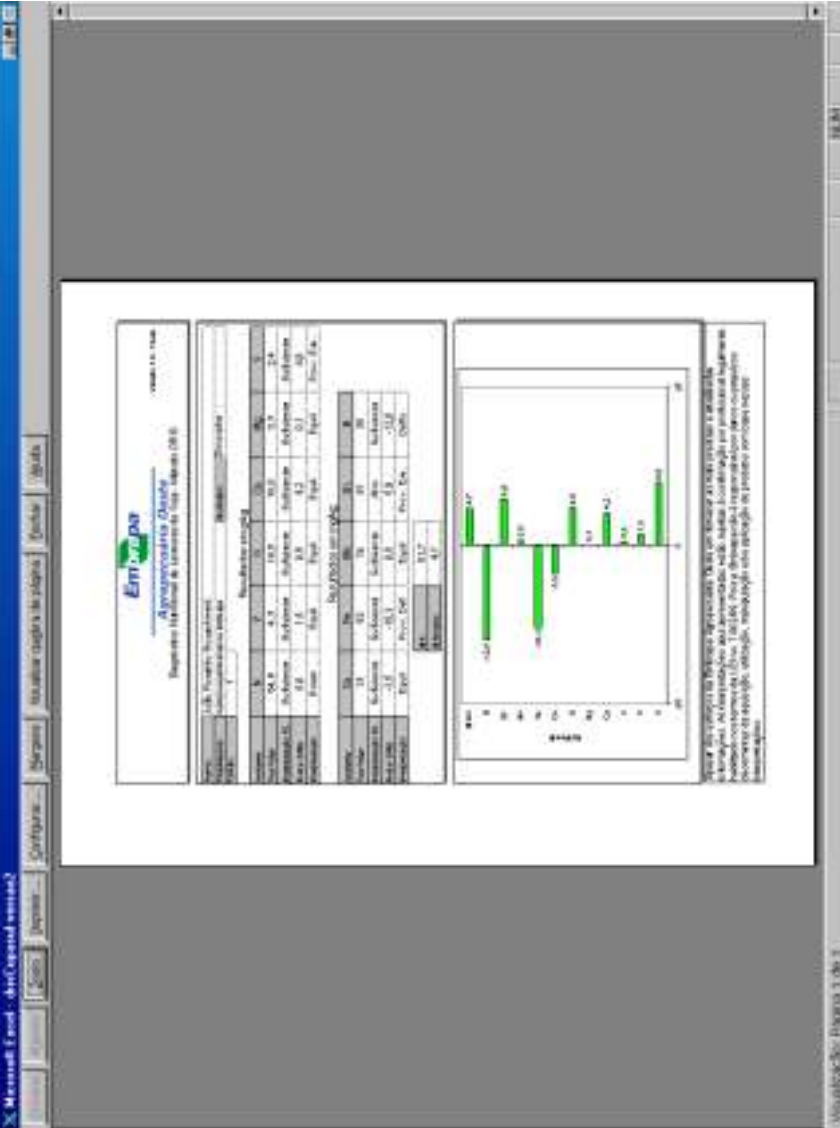


Fig. 3. Tela de visualização e impressão do programa desenvolvido.

Tabela 1. Critérios para interpretação dos índices DRIS utilizados no programa desenvolvido.

Estado nutricional	Critério
Deficiente	1 - $I_{Nutr} < 0$ 2 - $ I_{Nutr}  > IBNm$ 3 - $I_{Nutr}$ é o índice DRIS de menor valor
Provavelmente deficiente	1 - $I_{Nutr} < 0$ 2 - $ I_{Nutr}  > IBNm$
Equilibrado	1 - $ I_{Nutr}  \leq IBNm$
Provavelmente em excesso	1 - $ I_{Nutr}  > 0$ 2 - $ I_{Nutr}  > IBNm$
Excessivo	1 - $I_{Nutr} > 0$ 2 - $ I_{Nutr}  > IBNm$ 3 - $I_{Nutr}$ é o índice DRIS de maior valor

Tabela 2. Teores foliares médios de nutrientes da população de referência, obtidos em amostras coletadas na região de Naviraí, MS.

Variável	Média	Variável	Média
N ( $g\ kg^{-1}$ )	51,1	Cu ( $mg\ kg^{-1}$ )	15,5
P ( $g\ kg^{-1}$ )	4,5	Fe ( $mg\ kg^{-1}$ )	97,1
K ( $g\ kg^{-1}$ )	21,5	Mn ( $mg\ kg^{-1}$ )	82,6
Ca ( $g\ kg^{-1}$ )	9,9	Zn ( $mg\ kg^{-1}$ )	58,9
Mg ( $g\ kg^{-1}$ )	3,5	B ( $mg\ kg^{-1}$ )	51,7
S ( $g\ kg^{-1}$ )	2,3	-	-

Tabela 3. Valores foliares de referência (média e coeficiente de variação - CV) do DRIS desenvolvidos neste trabalho com base em amostras coletadas na região de Naviraí, MS.

Variável	Média	CV (%)	Variável	Média	CV (%)	Variável	Média	CV (%)
NP	3,38	7,05	CaK	0,69	0,11	MnMg	4,77	19,67
KN	0,65	11,21	MgK	0,41	0,05	ZnMg	4,09	8,95
CaN	0,44	10,82	SK	0,33	0,05	MgB	0,27	11,44
MgN	0,26	6,23	CuK	0,86	0,12	SCu	0,39	12,59
SN	0,21	8,80	FeK	2,13	0,49	FeS	6,37	17,94
NCu	1,84	8,48	MnK	1,97	0,51	SMn	0,18	20,15
FeN	1,36	19,77	ZnK	1,68	0,28	ZnS	5,05	12,98
MnN	1,25	21,03	BK	1,56	0,22	SB	0,22	13,99
ZnN	1,07	11,30	CaMg	1,68	0,12	FeCu	2,50	20,03
NB	1,02	13,24	SCa	0,49	0,05	MnCu	2,30	21,97
KP	2,18	11,81	CaCu	0,81	0,12	ZnCu	1,96	11,92
CaP	1,48	10,56	FeCa	3,10	0,55	CuB	0,56	13,32
MgP	0,88	6,99	MnCa	2,85	0,57	FeMn	1,12	24,89
SP	0,72	8,04	CaZn	0,41	0,03	FeZn	1,28	18,84
PCu	0,55	11,29	CaB	0,45	0,06	FeB	1,37	18,65
FeP	4,58	19,01	SMg	0,82	9,50	MnZn	1,17	16,86
MnP	4,21	19,85	MgCu	0,48	10,71	MnB	1,26	19,14
ZnP	3,62	0,40	FeMg	5,20	19,88	ZnB	1,08	11,42
BP	3,37	0,45	-	-	-	-	-	-

## Referências Bibliográficas

ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia - teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária - UFPel, 1996. 161 p.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).

COSTA, J. A.; MARQUEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30 p.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Tecnologias de produção de soja: Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, safra 2001/2002. Dourados, 2001. 179 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de Produção, 1).

LEANDRO, W. M. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merril) na região de Rio Verde-GO. 1998. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

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

SCHUTZ, C. J.; VILLIERS, J. M. Foliar diagnosis and fertilizer prescription in forestry - the DRIS system and its potential. South African Forestry Journal, Pretoria, v. 141, p. 6-12, 1987.

SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. Agronomy Journal, Madison, v. 41, p. 343-348, 1979.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; FONSECA, S.; BARROS, N. F.; DIAS, L. E. Três métodos de cálculo do DRIS para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 661-666, out./dez. 1998.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). *Advances in Soil Science*, New York, v. 6, p. 149-188, 1987.







Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
*Roberto Rodrigues*  
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

*José Amauri Dimázio*  
Presidente

*Clayton Campanhola*  
Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*  
*Dietrich Gerhard Quast*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

*Clayton Campanhola*  
Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*  
*Herbert Cavalcante de Lima*  
*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*  
Diretores-Executivos

*Embrapa Agropecuária Oeste*

*Mário Artemio Urchei*  
Chefe-Geral

*Renato Roscoe*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Auro Akio Otsubo*  
Chefe-Adjunto de Administração