

FAIXAS DE SUFICIÊNCIA PARA TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM ALGODÃO E SOJA, DEFINIDAS PELO USO DO MÉTODO DRIS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL

SUFFICIENCY RANGE TO NUTRIENTS LEAF CONCENTRATION IN COTTON AND SOYBEAN, DEFINED WITH USE OF NUTRITIONAL STATE DIAGNOSE METHOD DRIS

KURIHARA, C.H.¹; STAUT, L.A.¹; MAEDA, S.²

¹Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970, Dourados - MS

²Embrapa Florestas, Colombo - PR

e-mail: kurihara@cpao.embrapa.br

Trabalho parcialmente custeado pela Fundect e pelo CNPq

Resumo

A diagnose do estado nutricional do algodoeiro e da soja, por meio do método dos níveis críticos, tem-se embasado em faixas de suficiência estabelecidas há uma e duas décadas, respectivamente, com pequenas adequações no período. No entanto, considerando-se que os teores foliares podem variar, entre outros fatores, em função do tipo de amostra coletada (com ou sem pecíolo) e do potencial produtivo da cultura, torna-se importante a definição de valores de referência regionais. Este trabalho teve como objetivo estabelecer os teores adequados de nutrientes para algodoeiro e soja, por meio do ajuste de um modelo de regressão para o teor foliar de nutrientes em função do índice DRIS. As faixas de suficiência foram obtidas considerando-se uma amplitude de índice DRIS de -6,667 a +6,667. Utilizou-se um banco de dados constituído da caracterização química de amostras de folhas de algodoeiro coletadas em 447 talhões de lavouras, em doze municípios de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, e outro proveniente de 608 amostras foliares de soja coletadas em lavouras comerciais e parcelas experimentais de 26 municípios destes Estados.

Abstract

The nutritional diagnosis status of cotton and soybean, based on the establishment of critical levels, has embased in sufficiency ranges established at ten and twenty years ago, respectively, with small adjusted in the period. However, as leaf nutrients contents are influenced by the kind of index leaf sampled (with or without petiole) and productive potential, among others factors, is important to define the regional reference values. The objective of this study was to establish optimum nutrients concentrations in cotton and soybean leaves, with adjust of regression model to leaf nutrients concentrations in function of DRIS index. The sufficiency ranges was established considering $\pm 10 \frac{2}{3}$ standard deviation range to ideal DRIS index value, that means nutritional plant balance ($-6,667 \leq I_A \leq 6,667$). It was used a database of the nutritional monitoring obtained from 447 stands of cotton crops in twelve cities in Mato Grosso do Sul State and Mato Grosso State, and other obtained from 608 stands of soybean crops and experimental plots from 26 cities of these States.

Introdução

As faixas de suficiência de nutrientes em amostras foliares têm sido obtidas a partir de experimentos em que o nutriente em estudo é aplicado em doses crescentes e os demais elementos e fatores de produção são supridos em quantidades adequadas (variáveis controladas constantes). A confiabilidade dos valores de referência estabelecidos depende da estratificação das condições edafoclimáticas em que os experimentos são conduzidos, de forma a se considerar as variáveis que podem influenciar no estado nutricional da planta, tais como capacidade de troca de cátions, fator capacidade tampão e potencial produtivo. Contudo, tem-se utilizado também um procedimento alternativo, onde os teores de nutrientes em amostras foliares são relacionados com o respectivo índice DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) do nutriente (Oliveira, 1999; Kurihara, 2004), tomando-se como base o fato de que a faixa ótima, ou faixa de suficiência, corresponde à faixa de teores associados a uma amplitude de $\pm 10 \frac{2}{3}$ desvios padrão em torno do valor ideal do índice DRIS, que representa o equilíbrio nutricional, ou seja, zero (Faixa de Beaufils).

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer as faixas de teores foliares adequados de nutrientes para algodão e soja, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, por meio do uso do método DRIS de diagnose do estado nutricional.

Material e Métodos

No período entre 1998/99 e 2004/05, foram coletadas amostras de folhas de algodoeiro (quinta folha totalmente formada, a partir do ápice), em 447 talhões de lavouras, em doze municípios de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Para a cultura da soja, o banco de dados foi formado por 608 amostras foliares (terceiro trifólio com pecíolo) coletadas em lavouras comerciais e parcelas experimentais, em 26 municípios destes dois Estados, nos anos agrícolas 1997/1998 a 2005/2006. As coletas foram efetuadas no estágio de floração plena de cada cultura, e as amostras foram analisadas quanto aos teores de macro e micronutrientes, conforme descrito em Malavolta et al. (1997). Para cada amostra, foram estabelecidos os Índices DRIS (I_A), de acordo com Alvarez V. & Leite (1999). Em 96 amostras foliares de soja coletadas em Mato Grosso do Sul, procedeu-se a análise química do limbo foliar e do pecíolo, separadamente, no intuito de se avaliar a relação entre teores de nutrientes no trifólio, na ausência e na presença do pecíolo.

Resultados e Discussão

A partir dos modelos de regressão ajustados para os teores de nutrientes em função do índice DRIS (Tabelas 1 e 2), calculou-se as faixas de suficiência (Tabelas 3 e 4) para a interpretação dos resultados das análises de folhas de algodoeiro e de soja (com pecíolo), para os Estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, considerando-se uma amplitude de índice DRIS entre -6,667 e +6,667. 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.

TABELA 1. Equações de regressão para teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em folhas de algodoeiro¹ em função do índice DRIS².

Macronutrientes		Micronutrientes	
Equação ¹	R ²	Equação ¹	R ²
$\hat{N} = 43,2 + 0,617^{**}I_N$	0,351	$\hat{B} = 37,89 e^{0,0474^{**}I_B}$	0,841
$\hat{P} = 2,79 + 0,0844^{**}I_P + 0,00081^{**}I_{P^2}$	0,674	$\hat{Cu} = 10,7 + 0,644^{**}I_{Cu} + 0,0103^{**}I_{Cu^2}$	0,912
$\hat{K} = 18,24 e^{0,0427^{**}I_K}$	0,737	$\hat{Fe} = 69,74 e^{0,0485^{**}I_{Fe}}$	0,897
$\hat{Ca} = 20,78 e^{0,0308^{**}I_{Ca}}$	0,662	$\hat{Mn} = 65,32 e^{0,0602^{**}I_{Mn}}$	0,872
$\hat{Mg} = 3,360 e^{0,0313^{**}I_{Mg}}$	0,692	$\hat{Zn} = 26,56 e^{0,0653^{**}I_{Zn}}$	0,918
$\hat{S} = 5,369 e^{0,0524^{**}I_S}$	0,861		

¹ Quinta folha totalmente formada, a partir do ápice, no ramo vegetativo da planta, coletada no estágio de floração plena. ² Modelos ajustados a partir de 447 amostras foliares coletadas em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

TABELA 2. Equações de regressão para teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) no trifólio de soja com pecíolo¹ em função do índice DRIS².

Macronutrientes		Micronutrientes	
Equação ¹	R ²	Equação ¹	R ²
$\hat{N} = 41,8 + 0,758^{**}I_N$	0,567	$\hat{B} = 41,1 + 1,27^{**}I_B + 0,008^{**}I_{B^2}$	0,803
$\hat{P} = 2,77 + 0,078^{**}I_P + 0,002^{**}I_{P^2}$	0,698	$\hat{Cu} = 8,11 + 0,407^{**}I_{Cu} + 0,005^{**}I_{Cu^2}$	0,874
$\hat{K} = 21,2 + 0,631^{**}I_K + 0,006^{**}I_{K^2}$	0,743	$\hat{Fe} = 85,9 + 4,59^{**}I_{Fe} + 0,077^{**}I_{Fe^2}$	0,931
$\hat{Ca} = 9,29 + 0,373^{**}I_{Ca}$	0,729	$\hat{Mn} = 47,9 + 3,52^{**}I_{Mn} + 0,086^{**}I_{Mn^2}$	0,942
$\hat{Mg} = 3,67 + 0,138^{**}I_{Mg} + 0,002^{**}I_{Mg^2}$	0,753	$\hat{Zn} = 42,4 + 2,08^{**}I_{Zn} + 0,048^{**}I_{Zn^2}$	0,843
$\hat{S} = 2,60 + 0,068^{**}I_S$	0,686		

¹ Terceiro trifólio totalmente formado, a partir do ápice, no ramo vegetativo da planta, coletado no estágio de floração plena. ² Modelos ajustados a partir de 608 amostras foliares coletadas em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

TABELA 3. Teores de nutrientes sugeridos para a interpretação dos resultados das análises de folhas¹ de algodoeiro, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

	Baixo	Suficiente	Alto
	g kg ⁻¹		
N	< 39,1	39,1 a 47,3	> 47,3
P	< 2,3	2,3 a 3,4	> 3,4
K	< 13,7	13,7 a 24,2	> 24,2
Ca	< 16,9	16,9 a 25,5	> 25,5
Mg	< 2,7	2,7 a 4,1	> 4,1
S	< 3,8	3,8 a 7,6	> 7,6
	mg kg ⁻¹		
B	< 28	28 a 52	> 52
Cu	< 7	7 a 15	> 15
Fe	< 50	50 a 96	> 96
Mn	< 44	44 a 98	> 98
Zn	< 17	17 a 41	> 41

¹ Quinta folha totalmente formada, a partir do ápice, no ramo vegetativo da planta, coletada no estágio de floração plena.

TABELA 4. Teores de nutrientes sugeridos para a interpretação dos resultados das análises de folhas¹ de soja, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

	Trifólio com pecíolo					Trifólio sem pecíolo				
	Baixo	Suficiente	Alto			Baixo	Suficiente	Alto		
	g kg ⁻¹									
N	< 36,8	36,8 a 46,9	> 46,9			< 50,6	50,6 a 62,4	> 62,4		
P	< 2,3	2,3 a 3,4	> 3,4			< 2,8	2,8 a 3,9	> 3,9		
K	< 17,3	17,3 a 25,7	> 25,7			< 14,4	14,4 a 20,3	> 20,3		
Ca	< 6,8	6,8 a 11,8	> 11,8			< 6,2	6,2 a 11,6	> 11,6		
Mg	< 2,9	2,9 a 4,7	> 4,7			< 3,0	3,0 a 4,9	> 4,9		
S	< 2,1	2,1 a 3,0	> 3,0			< 2,4	2,4 a 3,3	> 3,3		
	mg kg ⁻¹									
B	< 33	33 a 50	> 50			< 37	37 a 56	> 56		
Cu	< 6	6 a 11	> 11			< 7	7 a 12	> 12		
Fe	< 59	59 a 120	> 120			< 77	77 a 155	> 155		
Mn	< 28	28 a 75	> 75			< 38	38 a 97	> 97		
Zn	< 31	31 a 58	> 58			< 41	41 a 78	> 78		

¹ Terceiro trifólio totalmente formado, a partir do ápice, no ramo vegetativo da planta, coletado no estágio de floração plena.

À exceção de N, K e B, as amplitudes das faixas de teores considerados adequados para o algodoeiro (Tabela 3) tendem a ser inferiores àqueles sugeridos por Silva et al. (1995). Esta diferença é mais pronunciada para Cu, Fe e Mn, nos quais os valores definidos por Silva et al. (1995) para a faixa considerada alta (25, 250 e 300 mg kg⁻¹, respectivamente) são bastante superiores aos valores da faixa de baixos teores (5, 40 e 25 mg kg⁻¹, respectivamente). Da mesma forma, para a soja, as amplitudes das faixas de teores considerados adequados em amostras de folhas com pecíolo (Tabela 4) tendem a ser inferiores (N, P, K, Ca, S, Cu e Zn) àquelas sugeridas por Kurihara et al. (2004) e contrastam com os valores de referência estabelecidos para amostras de folhas sem pecíolo (Tecnologias..., 2006), onde o limite superior da faixa de suficiência chega a superar o limite inferior em cerca de cinco (Ca e Mn) a sete vezes (Fe).

A partir das equações de regressão linear apresentadas na Tabela 5, e dos valores estabelecidos para amostras com pecíolo (Tabela 4), estimou-se as faixas de teores considerados adequados para amostras foliares sem pecíolo (Tabela 4). A comparação dos valores de referência obtidos para os dois tipos de amostras foliares permite constatar maiores teores de K no pecíolo e de N, P, Fe, Mn e Zn no limbo foliar, o que indica a necessidade de estabelecimento de valores referência específicos para o tipo de folha índice amostrado.

TABELA 5. Equações de regressão para teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) no terceiro trifólio em função dos teores no terceiro trifólio com pecíolo¹, em plantas de soja.

Macronutrientes		Micronutrientes	
Equação ¹	R ²	Equação ¹	R ²
$\hat{N} = 7,738 + 1,165^{**}N_{TP}$	0,761	$\hat{B} = 1,734 + 1,079^{**}B_{TP}$	0,960
$\hat{P} = 0,407 + 1,032^{**}P_{TP}$	0,950	$\hat{Cu} = 1,442 + 0,992^{**}Cu_{TP}$	0,965
$\hat{K} = 2,287 + 0,701^{**}K_{TP}$	0,917	$\hat{Fe} = 1,747 + 1,276^{**}Fe_{TP}$	0,976
$\hat{Ca} = -1,125 + 1,075^{**}Ca_{TP}$	0,987	$\hat{Mn} = 2,231 + 1,260^{**}Mn_{TP}$	0,994
$\hat{Mg} = 0,031 + 1,033^{**}Mg_{TP}$	0,986	$\hat{Zn} = -2,017 + 1,377^{**}Zn_{TP}$	0,946
$\hat{S} = 0,202 + 1,032^{**}S_{TP}$	0,979		

¹Modelos ajustados a partir de 96 amostras foliares coletadas em Mato Grosso do Sul (Estádio R2).

Conclusões

Sugere-se a adoção das faixas de suficiência para a interpretação dos resultados das análises de folhas de algodoeiro e de soja (com e sem pecíolo), para os Estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, conforme definido neste trabalho.

Para ambas as culturas avaliadas, as amplitudes das faixas de teores considerados adequados tendem a ser inferiores àqueles adotados atualmente na Região Centro Oeste do País, especialmente para os micronutrientes Cu, Fe e Mn.

Para a cultura da soja, os teores foliares de K são maiores quando a amostra inclui o pecíolo e os teores de N, P, Fe, Mn e Zn são maiores quando são analisados apenas o limbo foliar, o que indica a necessidade de estabelecimento de valores referência específicos para o tipo de folha índice amostrado.

Referências

- ALVAREZ V., V.H.; LEITE, R. de A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.20-25, 1999.
- KURIHARA, C.H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. 2004. 101p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- KURIHARA, C.H.; ALVAREZ V., V.H.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. de; STAUT, L.A.; MAEDA, S. Faixa ótima de teores foliares de nutrientes em soja definida pelo uso de método DRIS de diagnose do estado nutricional. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2004. p.102-103. (Embrapa Soja. Documentos, 234).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional da plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p.115-230.
- OLIVEIRA, S.A. de. Obtenção dos níveis ótimos de nutrientes na planta e no solo por meio do DRIS. In: SIMPÓSIO MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1999. 1 CD-ROM. Seção autores.
- SILVA, N.M. da; CARVALHO, L.H.; CIA, E.; FUZZATTO, M.G.; CHIAVEGATO, E.J.; ALLEONI, L.R.F. Seja doutor do seu algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.69, 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.8, p.1-24, 1995. Encarte. TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 11).
- TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 11).