

## DIAGNOSE NUTRICIONAL DA SOJA PELOS MÉTODOS DRIS E FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO NO MUNICÍPIO DE DARCIÓPOLIS - TO

Kamilla Silva Oliveira<sup>1</sup>, Leandro Guimarães Maranhã<sup>1</sup>, Roberta de Freitas Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduandos do Curso de Bacharelado em Agronomia do IFTO Campus Araguatins. e-mail: millah\_oliveira15@hotmail.com, leandromaranha@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora Dr<sup>a</sup>. do Curso de Bacharelado em Agronomia do IFTO Campus Araguatins. e-mail: robertafreitas@ifto.edu.br

**Resumo:** O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem se mostrado eficiente como método de interpretação de análises foliares para avaliação nutricional de diversas culturas em todo o mundo quando comparado a outros métodos de diagnóstico como as Faixas de Concentração, pois se fundamenta na avaliação da interação entre os nutrientes que estão sendo avaliados, independentemente dos valores obtidos nas concentrações absolutas. A Soja é uma cultura que vem se desenvolvendo no estado do Tocantins há alguns anos, e já é a cultura de grãos mais produzida no estado. O objetivo deste trabalho foi de forma geral, avaliar o estado nutricional de um cultivo de soja no município de Darcinópolis – TO através de análises foliares interpretadas pelo DRIS e Faixas de Concentração. Foram analisadas 30 glebas de soja transgênica, coletando-se 10 folhas, uma de cada planta, retirando-se o terceiro trifólio expandido com pecíolo, a partir da ponta da haste principal, no início do florescimento para compor uma amostra composta em cada uma das glebas. As análises foliares foram interpretadas pelos métodos das Faixas de Concentração e DRIS. Foram calculados os índices DRIS para soja a partir de normas estabelecidas para uma população referência com produtividade maior que 3.500 kg ha<sup>-1</sup>. Os métodos de diagnóstico utilizados no trabalho apresentaram interpretações distintas para alguns nutrientes. O P é o nutriente mais limitante por deficiência para a cultura da soja nas glebas avaliadas, diagnosticados tanto pelo método das Faixas de Concentração como pelo método DRIS, porém o método DRIS diagnosticou os nutrientes P e Fe como os nutrientes mais limitantes nas amostras de soja. O DRIS apresentou a maior sensibilidade para identificar problemas nutricionais, principalmente, para micronutrientes.

**Palavras-chave:** análise foliar, estado nutricional, *Glycine max*, índices DRIS

### 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas plantadas em todo o mundo, principalmente no Brasil, onde é responsável por 57,12% da área cultivada do país e permanece como principal cultura responsável pelo aumento absoluto de área. Devido a adversidades climáticas como veranicos prolongados e altas temperaturas durante o ciclo da cultura da soja, a Conab prevê redução na produtividade de 4,3% na safra 2015/2016 quando comparada a anterior, passando de 2.998 kg/ha na safra 2014/2015 para 2.870 kg/ha na safra 2015/2016 e também redução na produção de 0,8% na produção de grãos de soja entre 2014/2015 e 2015/2016 (CONAB, 2016).

A região norte do Brasil contribuiu com 18,0% da produção nacional de soja na safra 2015/2016 sendo que o estado do Tocantins se apresenta como o maior produtor, representando mais de 27% de toda produção de soja da região norte alcançando 2.933,4 milhões toneladas na safra atual sendo a soja uma cultura de importância econômica para o desenvolvimento do estado do Tocantins (CONAB, 2016).

As plantas de soja vêm sendo ano a ano melhoradas geneticamente para se obter expressivos ganhos de produtividade e se adaptarem as mais amplas condições ambientais de clima e solo. Com

isso a cultura se torna cada vez mais exigente em nutrientes para que seja possível expressar seu máximo potencial genético obrigando os produtores a aperfeiçoar seus conhecimentos nutricionais sobre a cultura.

Entre os métodos mais utilizados na avaliação nutricional a partir de análises foliares estão os métodos das Faixas de Concentração e o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). O método das Faixas de Concentração ou níveis críticos tem como principais desvantagens o fato de os nutrientes serem interpretados individualmente, não levando em consideração as interações entre eles; as concentrações dos nutrientes que podem variar com a idade do vegetal e o grau de desenvolvimento (HANWAY & WEBER, 1971); as diferenças varietais (KEOGH et al., 1972; MASCARENHAS et al., 1980); e quando mais de dois nutrientes estão limitantes, não é possível avaliar qual deles é mais limitante para a produção (HANSON, 1981).

O DRIS, desenvolvido por Beaufils (1971) baseia-se em calcular índices para cada nutriente e avaliá-los em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações consideradas padrões ou normas, cuja composição é obtida de uma população de plantas altamente produtivas. Segundo Dara et al., (1992) ; Reis Junior & Monnerat, (2003) a particularização dessa base de dados, acaba restringindo a aplicação da técnica a uma determinada região como a Microrregião do Bico do Papagaio que ainda não faz uso do DRIS, se tornando de extrema importância a criação de uma base de dados local para a execução desse método com mais precisão.

De acordo com Baldock e Schukt (1996) citado por Hoogerheide (2005) o DRIS apresenta quatro grandes vantagens básicas: a) a escala de interpretação é contínua e fácil de usar; b) o DRIS ordena os nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo; c) o DRIS pode identificar casos nos quais a produção está limitada por um desequilíbrio nutricional; d) o Índice de Balanço Nutricional (IBN) fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes na produção.

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar os fatores nutricionais mais limitantes à obtenção de altas produtividades, para a cultura da soja, através da análise foliar interpretada pelos métodos das Faixas de Concentração e DRIS em uma lavoura comercial no município de Darcinópolis (TO).

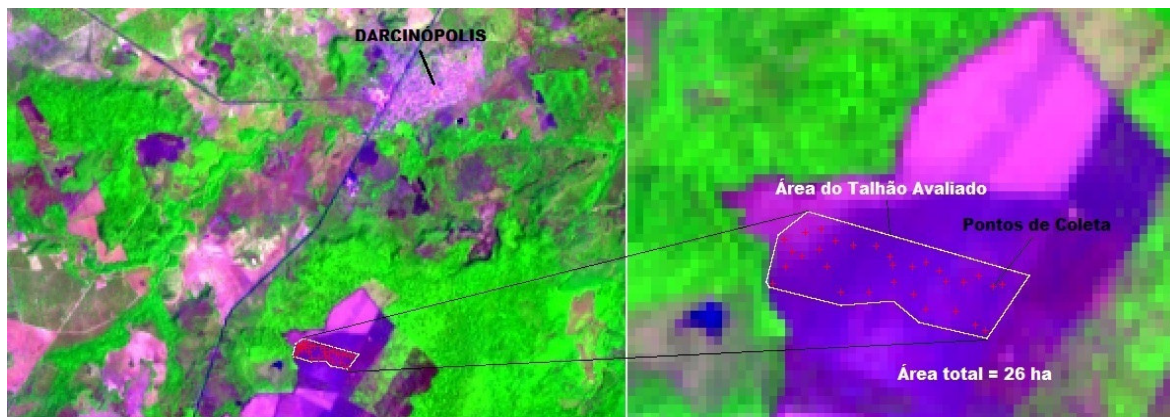
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante os meses de dezembro de 2015 à maio de 2016 na Fazenda Rancho Fundo no município de Darcinópolis – TO na microrregião do Bico do Papagaio com a cultura da soja cultivar TMG 1288 RR. Os solos predominantes nesta região são os Latossolos Vermelho (SOUZA & LOBATO, 2004). O clima segundo classificação de Köppen é Aw com clima tropical seco.

Segundo levantamento feito, o talhão de cultivo de soja era uma área recém-aberta, onde anteriormente era mata nativa. O plantio foi realizado no dia 6 de janeiro de 2016 devido à falta de chuvas no período normal de plantio da soja no estado que é de outubro a novembro. O espaçamento entre linhas de 0,50 m.

De acordo com o levantamento, para a correção e adubação do solo, os produtores efetuaram calagem com calcário dolomítico na dosagem de 9,0 t. ha<sup>-1</sup>, 200 kg.ha<sup>-1</sup> de MAP, 100 kg.ha<sup>-1</sup> de KCL e 2,0 l.ha<sup>-1</sup> de manganês (aplicação foliar).

Para diagnosticar o estado nutricional da cultura, foram coletadas 30 amostras compostas, distribuídas, de forma representativa, na área de um talhão de, aproximadamente 26 ha (Figura 1).



Coordenadas dos Pontos de Amostragem - UTM

E	N	Ponto	E	N	Ponto	E	N	Ponto	E	N	Ponto	E	N	Ponto
194760	9253856	P1	194470	9253932	P7	194127	9254007	P13	194467	9253770	P19	194062	9253979	P25
194726	9253848	P2	194420	9253920	P8	194071	9254049	P14	194422	9253822	P20	194000	9253958	P26
194671	9253886	P3	194342	9253921	P9	194010	9254038	P15	194349	9253862	P21	193936	9253918	P27
194614	9253864	P4	194333	9253954	P10	194696	9253693	P16	194254	9253827	P22	193885	9253859	P28
194546	9253867	P5	194280	9253989	P11	194659	9253711	P17	194146	9253830	P23	193960	9253971	P29
194521	9253905	P6	194194	9253993	P12	194583	9253763	P18	194093	9253917	P24	193931	9254011	P30

Figura 1. Mapa da área amostrada com todos os 30 pontos/glebas com suas respectivas coordenadas geográficas.

Com base na metodologia de Malavolta et al. (1997), em cada ponto/gleba foram coletadas 10 folhas, sendo uma de cada planta, constituindo uma amostra composta. A folha para coleta foi o terceiro ou o quarto trifólio a partir da ponta da haste principal, quando ocorreu o aparecimento das primeiras flores (Figura 2-A e 2-B).

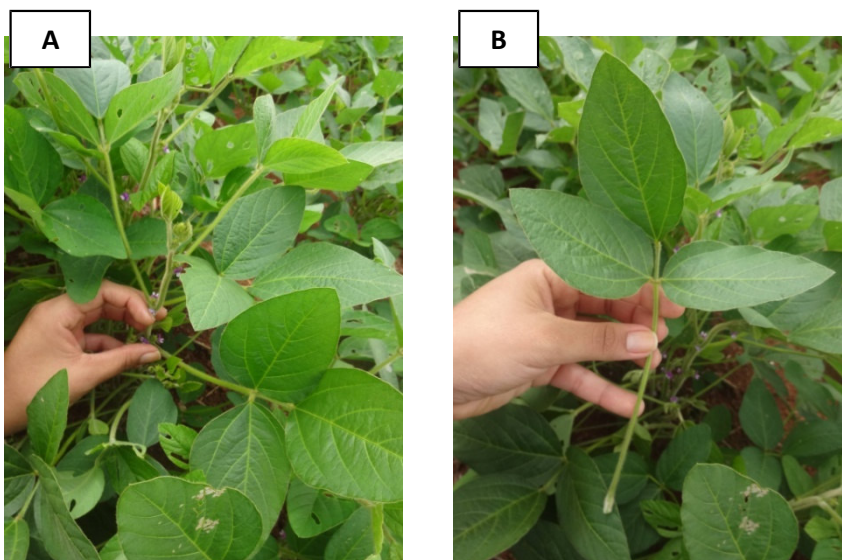


Figura 2. Fotos da época de coleta de amostras foliares de soja para análise química.

Após a coleta, as folhas foram alocadas em sacos de papel e etiquetadas e posteriormente levadas ao Laboratório de Bromatologia do campus do IFTO Araguatins para o processo de

secagem. Para esse processo foi feita primeiramente a lavagem das folhas com água destilada e posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada, e secas a 65°C, durante 48 horas (RAIJ, 1991). Após secas as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, armazenadas em pequenos potes plásticos e enviados ao Laboratório de Análise de Solo e Foliar – Escola de Agronomia da Universidade Federal do Goiás (UFG) para análise química das folhas em que se determinou os teores foliares totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Nos 30 resultados de análises foliares, foram aplicados testes de estatística univariada, sendo calculadas, médias, coeficientes de variação e valores máximos e mínimos, e, para avaliar a normalidades dos resultados, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk. O programa estatístico utilizado neste trabalho foi o Statistical Analysis System – SAS (FREUND & LITTLE, 1981). Para a interpretação da análise foliar, foi adotado as Faixas de Concentração descritas por Sfredo et al. (1986) e Malavolta et al. (1997) conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Critérios de interpretação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na análise foliar para a cultura da soja.

Variável	Critério <sup>1</sup>				Critério <sup>2</sup>	
	Deficiente	Baixa	Suficiente	Alta	Excessiva	Adequado
N (g kg <sup>-1</sup> )	<32,6	32,6-40,0	40,1-55,0	55,1-70,0	>70,0	55,0-58,0
P (g kg <sup>-1</sup> )	<1,7	1,7-2,5	2,6-5,0	5,1-8,0	>8,0	4,0-5,0
K (g kg <sup>-1</sup> )	<12,6	12,6-17,0	17,1-25,0	25,1-27,5	>27,5	22,0-25,0
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	<2,1	2,1-3,5	3,6-20,0	20,1-30,0	>30,0	9,0-10,0
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	<1,1	1,1-2,5	2,6-10,0	10,1-15,0	>15,0	3,5-4,0
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	<6,0	6,0-9,0	10,0-30,0	31,0-50,0	>50,0	12,0-15,0
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	<30,0	31,0-50,0	51,0-350,0	351,0-500,0	>500,0	125,0-150,0
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	<16,0	16,0-20,0	21,0-100,0	101,0-250,0	>250,0	35,0-50,0
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	<12,0	12,0-20,0	21,0-50,0	51,0-75,0	>75,0	50,0-70,0

<sup>1</sup> Fonte: Sfredo et al. (1986); <sup>2</sup> Fonte: Malavolta et al. (1997).

Na interpretação pelo método DRIS, calcularam-se os índices DRIS, utilizando-se todas as relações entre as concentrações dos nutrientes, N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn que foram obtidas pela análise foliar para todas as 30 amostras. Os índices DRIS foram calculados a partir de uma população de referência com produtividades acima de 3.500 kg.ha<sup>-1</sup> de soja, do banco de dados criado por Souza (2013) a partir de 240 observações obtidas em região de cerrado a partir de soja transgênica.

O procedimento que foi utilizado para o cálculo dos índices DRIS foi o proposto por Alvarez & Leite (1992). Os índices foram calculados pela média das relações diretas e inversas dos nutrientes conforme a equação 1.

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

em que: Z(A/B) até Z(N/A) são as relações normais reduzidas diretas e inversas dos teores de todos os nutrientes em relação ao nutriente A, determinados pela análise foliar; n – 1 é o número de

relações possíveis.

Antes da comparação propriamente dita das relações das variáveis (amostra vs. norma) é necessário transformar os dados das relações através das funções reduzidas. As funções reduzidas serão calculadas pelo procedimento de Beaufils (1971) conforme descrito pelas equações 2 e 3 que levam em consideração se amostra é maior ou menor que o padrão ou população de referência.

Se  $A/B > a/b$

$$(2) \quad Z(A/B) = \left( \frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \frac{Kt}{CV_{a/b}}$$

Se  $a/b > A/B$

$$(3) \quad Z(A/B) = \left( 1 - \frac{a/b}{A/B} \right) \frac{Kt}{CV_{a/b}}$$

em que:  $A/B$  é o quociente dos teores dos nutrientes A e B da amostra em análise e interpretação;  $a/b$  é a média da razão dos nutrientes A e B da população de referência;  $CV_{a/b}$  - é o coeficiente de variação da razão dos nutrientes A e B da população de referência, que satisfaz definido nível mínimo de produtividade;  $Kt$  é o coeficiente de sensibilidade que tem valor arbitrário, e será utilizado o valor 100.

Para interpretação dos índices foi empregado o procedimento padrão proposto por Beaufils (1971). Valores negativos significam deficiência do elemento em relação aos demais; valores positivos indicam excesso e, quanto mais próximos de zero estiverem esses índices, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional. Além do procedimento padrão, também foi feita interpretação baseada no proposto por Leandro (1998). Para o autor, a interpretação é feita levando em consideração a percentagem de ocorrência de limitação total, avaliando-se todas as variáveis com índices negativos de cada amostra. A percentagem de limitação total obtida neste trabalho corresponde à classe baixa das faixas de concentração. Foi possível obter também, a percentagem de limitação em primeira, segunda e terceira ordem, que representa o primeiro, segundo e terceiro índice mais negativo, respectivamente, em cada amostra.

O índice de balanço nutricional (IBN) foi calculado pela soma, em módulo, dos índices DRIS para cada variável da análise foliar em cada gleba de soja transgênica. Quanto menor for o IBN, mais próxima a amostra estará do equilíbrio nutricional (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2, que segundo os níveis de interpretação para análise foliar descritos por Sfredo et al.(1986) conforme Tabela 1, os valores médios da maioria os nutrientes ( K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn) estão dentro dos níveis considerados suficientes. O teor médio de N ( $59,83 \text{ g kg}^{-1}$ ) é considerado alto bem como o de Mn ( $202,13 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Somente o teor médio de P ( $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ ) está caracterizado como baixo segundo os níveis.

Pelo critério de Malavolta et al. (1997) os níveis médios de P e Zn estão abaixo do adequado porém o N, Mg, Cu e Mn estão acima desse nível. Já os demais nutrientes são considerados como adequados.

O N é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja (SEDIYAMA, 2009), porém ele se apresenta neste trabalho de forma excessiva na planta. Isso pode ter ocorrido devido a

ocorrência de altas temperaturas e veranicos prolongados durante o ciclo da cultura que foi descrita pela Conab (2016). Segundo Fernandes (2006) excessos de N nos tecidos das plantas podem ser consequências de altas taxas de respiração devido a altas temperaturas, pois ocorre a queima elevado de carboidratos, na absorção de nutrientes devido a energia disponível por meio da respiração, ao mesmo tempo em que diversas rotas do metabolismo do N são bloqueadas em decorrência da redução no suprimento de esqueletos de carbono (C).

Os maiores coeficientes de variação foram obtidos para os teores de Fe (66,90%), Ca (32,03%) e Cu (29,08%). Os altos valores de coeficiente de variação são justificados devido às amostragens terem sido realizadas em glebas que apresentam graus de fertilidade variados e esse dado mostra a diversidade que é fator bastante importante para a obtenção de dados para o DRIS (WALWORTH & SUMNER, 1987; HALLMARK et al., 1990).

Os testes de Shapiro-Wilk (Tabela 2), com exceção dos nutrientes K, Cu e Mn, foram considerados não significativos aos níveis de 1% e 5% de probabilidade para todas as variáveis, indicando que não existem desvios da distribuição normal sendo esse um critério necessário do banco de dados para a utilização do DRIS, necessitando excluir os dados que provocam desvios. Porém, esse procedimento não melhorou a distribuição e optou-se por manter todas as observações.

**Tabela 2.** Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (C.V.) e teste W para produtividade e nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 30 glebas de soja transgênica no município de Darcinópolis – Tocantins, na safra 2015/2016.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	C.V. (%)	Teste W <sup>1</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	40,00	77,30	59,83	16,41	0,97 ns
P (g kg <sup>-1</sup> )	1,60	2,93	2,30	14,20	0,97ns
K (g kg <sup>-1</sup> )	16,00	32,00	22,45	14,59	0,77**
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	3,00	16,00	9,73	32,03	0,98ns
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	1,30	7,00	4,71	24,12	0,96ns
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	16,00	69,00	29,93	29,08	0,69**
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	49,00	611,00	199,20	66,90	0,81**
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	101,00	270,00	202,13	21,65	0,95ns
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	27,00	64,00	46,96	20,82	0,97ns

<sup>1</sup> Teste de Shapiro-Wilk; <sup>2</sup> Nível de significância do teste Shapiro-Wilk: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns - não significativo.

Quanto à distribuição de frequência para as variáveis da análise foliar da soja transgênica (Tabela 3), os nutrientes que apresentaram porcentagens de amostras abaixo da classe suficiente por Sfredo et al. (1986) foram o P (73,3 %), N (3,3%), K (3,3%), Ca (3,3%), Mg (3,3%) e Fe (3,3%), enquanto os nutrientes que apresentaram porcentagens acima da classe suficiente foram Mn (86,7%), N(46,7%), Zn (33,3%) e Cu (26,7%). Ainda segundo os critérios de Sfredo et al. (1986), somente o nutriente P (6,7%) apresentou amostras na classe deficiente. E os nutrientes N (20,0%), Mn (13,3%), K (10,0%), Fe (6,7%) e Cu (3,3%) apresentarem amostras com teores considerados excessivos.

Ainda na Tabela 3, segundo critério de Malavolta et al. (1997), os nutrientes que apresentaram porcentagens de amostras abaixo dos níveis considerados adequado foram P (100,0%) , Zn (63,3%), Ca (36,7%), Fe (36,7%), N (33,3%) e K (26,7%), enquanto que os nutrientes que apresentaram porcentagens de amostras acima dos níveis adequados foram o Mn( 100,0%) Cu (100,0%), Mg (73,3%), N (66,7%), Fe (63,3%), Ca (40,0%) e K (10,0%). E somente os nutrientes K (63,3%), Zn (33,7%), Ca (23,3%) e Mg (20,0%) apresentaram amostras

com teores considerados adequados.

Nas faixas de interpretação propostas por Malavolta et al. (1997), o intervalo entre as faixas para micronutrientes é muito pequeno quando comparadas as faixas propostas por Sfredo et al. (1986), e com isso, temos por exemplo o Fe que está enquadrado na maioria de suas amostras na classe acima do adequado por Malavolta et al. (1997) e por Sfredo et al. (1986), a maioria de suas amostras se apresenta na classe suficiente. Contrariamente, para o micronutriente Zn segundo critério de Malavolta et al. (1997), a maioria das amostras são pertencentes à classe abaixo dos níveis adequados, enquanto o critério de Sfredo et al. (1986) nenhuma das amostras apresentaram deficiência deste elemento. Isto se deve ao fato de que o critério de Malavolta et al. (1997) é mais exigente, ou seja, as faixas críticas são mais elevadas.

Mesmo com as diferenças entre as classes de interpretação descritas pelos autores para determinados nutrientes, verifica-se que existem nutrientes com base na análise foliar que interpretados por essas Faixas de Concentração (Tabela 3), estão limitantes nessa avaliação mostrando um grande desequilíbrio nutricional da cultura.

Para as plantas de soja avaliadas, a ordem de limitação por deficiência dos nutrientes, de acordo com os níveis adequados propostos por Sfredo et al. (1986) foi  $P > N = K = Ca = Mg = Fe$  e, por excesso têm-se,  $Mn > N > Zn > Cu > K > Fe$ . Já, pelos critérios de Malavolta et al. (1997), a ordem de limitação por deficiência foi  $P > Zn > Ca = Fe > N > K > Mg$ , enquanto por excesso foi  $Cu > Mn > Mg > N > Fe > Ca > K$  (Tabela 3).

A partir dos métodos das Faixas de Concentração foi possível constatar que para os dois critérios de interpretação analisados o nutriente P foi o que se apresentou como o mais limitante por deficiência para a soja. Em relação aos limitantes por excesso, houve divergência entre os dois critérios, porém, de forma geral podemos considerar o Mn como nutriente mais limitante por excesso, no entanto, no critério de Sfredo et al. (1986) ele aparece como primeiro na ordem de limitação e no critério de Malavolta et al. (1997) como segundo na ordem. Isso reflete que as Faixas de Concentração classificaram quantidades de amostras dos nutrientes avaliados em classes diferentes, por exemplo, segundo Sfredo et al. (1986) o Mn aparece com uma maior quantidade de amostras classificados como excesso, e já para Malavolta et al. (1997) o Cu que apresentou essa mesma característica.

**Tabela 3.** Distribuição de frequência dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, obtida pela análise de foliar em 30 glebas de soja transgênica na cidade de Darcinópolis – TO. Safra 2015/2016.

Variável	Critério de Interpretação <sup>1</sup>					Critério de Interpretação <sup>2</sup>		
	Deficiente	Baixo	Suficiente	Alt	Excessivo	Abaixo	Adequado	Acima
	o					o		
	-----%-----					-----%-----		
N (g kg <sup>-1</sup> )	0,0	3,3	30,0	46,7	20,0	33,3	0,0	66,7
P (g kg <sup>-1</sup> )	6,7	73,3	20,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
K (g kg <sup>-1</sup> )	0,0	3,3	86,7	0,0	10,0	26,7	63,3	10,0
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	0,0	3,3	96,7	0,0	0,0	36,7	23,3	40,0
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	0,0	3,3	96,7	0,0	0,0	6,7	20,0	73,3
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	70,0	26,7	3,3	0,0	0,0	100,0
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0	3,3	90,0	0,0	6,7	36,7	0,0	63,3
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	0,0	86,7	13,3	0,0	0,0	100,0
								0

Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0	63,3	33,7	0,0
---------------------------	-----	-----	------	------	-----	------	------	-----

<sup>1</sup> Baseado nos critérios de interpretação descritos Sfredo et al. (1986); <sup>2</sup> Baseado nos níveis adequados descritos por Malavolta et al. (1997).

Na Tabela 4 são apresentados os índices DRIS para cada nutriente da análise foliar, em cada gleba analisada no município de Darcinópolis – TO. A ordem decrescente quanto à limitação (deficiência a excesso) e o Índice de Balanço Nutricional também foram apresentados. Considerando um IBN adequado até 60, observa-se que 100% das glebas estão em desequilíbrio nutricional em maior ou menor grau, resultado que se obteve nas grandes quedas de produtividade em relação a outras safras.

**Tabela 4.** Índices DRIS calculados pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) e Índices de Balanço Nutricional (IBN) obtidos pelas análises foliares das 30 glebas para cultura da soja transgênica no município de Darcinópolis – Tocantins, na safra 2015/2016,

Gleba	Índices <sup>1</sup>								IBN <sup>2</sup>		Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn		
1	52	175	37	-25	-5	97	-45	13	51	499	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>Zn>N>Cu
2	63	143	32	-30	-1	94	-85	14	56	518	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>Zn>N>Cu
3	90	145	71	-53	18	8	215	31	64	826	Fe>P>Ca>Mg>Mn>Zn>K>N>Cu
4	76	-78	69	-70	14	1	233	56	66	762	Fe>P>Ca>Mg>Mn>Zn>K>N>Cu
5	84	143	55	-26	5	116	179	23	65	695	Fe>P>Ca>Mg>Mn>K>Zn>N>Cu
6	48	127	6	-69	115	0	196	46	97	4	Fe>P>Mg>Ca>Mn>N>Zn>K>Cu
7	65	121	60	-5	12	7	258	35	55	768	Fe>P>Ca>Mg>Mn>Zn>K>N>Cu
8	27	-116	27	-14	3	80	-52	8	36	364	P>Fe>Ca>Mg>Mn>N=K>Zn>Cu
9	36	146	27	-33	9	97	-67	23	54	492	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>N>Zn>Cu
10	35	-118	25	-54	10	87	-59	10	65	462	P>Fe>Ca>Mg=Mn>K>N>Zn>Cu
11	53	134	47	-16	1	96	106	9	50	510	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>Zn>N>Cu
12	31	-114	23	-26	-17	90	-64	22	55	442	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>N>Zn>Cu
13	51	151	36	-35	-5	81	-62	28	57	505	P>Fe>Ca>Mg>Mn>K>N>Zn>Cu
14	24	-84	72	-13	-11	94	152	-23	94	567	Fe>P>Mn>Ca>Mg>N>K>Zn=Cu
15	18	-118	67	-44	15	2	194	2	93	712	Fe>P>Ca>Mn>Mg>N>K>Zn>Cu
16	95	-118	2	-46	-19	9	371	41	78	1110	Fe>P>Ca>Mg>Mn>Zn>N>K>Cu
17	15	101	68	-15	12	83	-68	-14	21	397	P>Fe>K>Mn>Mg>N>Zn>K>Cu





raízes e com isso limita grandes produtividades, fato que foi confirmado na época de colheita da soja na área estudada, constatando-se grandes quedas de produtividade na safra atual (2015/2016).

Para o micronutriente Fe, o método das Faixas de Concentração enquadrou a maioria das amostras como suficiente e acima do adequado (Tabela 3). E o que se observa pelo método DRIS é que este nutriente destaca-se como um dos mais limitantes, principalmente, pelo fato de se apresentar com 33,3 % das amostras deficientes pela porcentagem de ocorrência em primeira ordem (Tabela 5). Isso quer dizer que o nutriente Fe foi diagnosticado com índices mais negativos em primeira ordem em 33,3% das amostras de soja.

**Tabela 5.** Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar para cultura da soja em 30 glebas de soja transgênica na cidade de Darcinópolis - TO. Safra 2015/2016.

Variável	% de Ocorrência <sup>1</sup>			Diferença em relação às Faixas de Concentração (%) <sup>2</sup>	
	Total	1 <sup>a</sup> Ordem	2 <sup>a</sup> Ordem		3 <sup>a</sup> Ordem
N	0,98	0,0	0,0	0,0	32,32
P	29,41	63,3	36,7	0,0	70,6
K	0,0	0,0	0,0	3,3	26,7
Ca	24,51	3,3	0,0	70,0	12,19
Mg	13,72	0,0	0,0	23,3	-7,02
Cu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe	27,45	33,3	60,0	0,0	9,25
Mn	3,92	0,0	3,3	3,3	-3,92
Zn	0,0	0,0	0,0	0,0	63,3

<sup>1</sup> Na % de ocorrência total consideram-se todos os índices negativos, nas % de ocorrência de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem consideram-se os primeiros, os segundos e os terceiros índices mais negativos de cada gleba respectivamente; <sup>2</sup> A primeira coluna é a diferença entre porcentagem de ocorrência de amostras na classe abaixo da adequada, pelo método das Faixas de Concentração proposto por Malavolta et al. (1997) e a porcentagem de ocorrência total pelo método DRIS.

O método DRIS apresentou mais acurácia para diagnosticar deficiência de micronutrientes do que o método das Faixas de Concentração, especialmente para Fe e Mn.

## 6. CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível concluir que:

O cultivo de soja estudado apresentou um grande desequilíbrio nutricional pelos dois métodos utilizados.

Os métodos de diagnose utilizados no trabalho apresentam interpretações distintas para alguns nutrientes.

O P é o nutriente mais limitante para a cultura da soja nas glebas avaliadas, diagnosticados tanto pelo método das Faixas de Concentração como pelo método DRIS.

Os nutrientes P e Fe são os nutrientes mais limitantes nas glebas avaliadas pelo método DRIS.

O DRIS diagnosticou com mais acurácia deficiências de Fe e Mn quando comparados ao método das Faixas de Suficiência.

Pelo método DRIS foi possível estabelecer uma ordem de limitação para os nutrientes da análise foliar.

Através do trabalho foi possível verificar que as Faixas de Concentração podem superestimar ou subestimar a nutrição das plantas e o método o DRIS se mostrou uma alternativa de maior precisão para diagnosticar desequilíbrios nutricionais. Com isso se faz necessário a obtenção de um banco de dados da região para a cultura da soja para se obter uma maior eficiência na utilização desse método.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFTO pelo concedimento de bolsa de pesquisa que possibilitou a execução desse trabalho, ao voluntário Leandro Guimarães Maranha que foi de grande ajuda na obtenção dos dados, juntamente com todos os funcionários do campus Araguatins que se disponibilizaram prontamente quando solicitados.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 11, p. 646-736.

ALVAREZ, V. H. & LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação – DRIS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBCS, 1992. p. 186-187.

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, Pietermaritzburg, v. 1, n. 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, Soil Science. 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).

CHAPMANN, H. D. **Diagnosis criteria for plants and soils**. Riverside: University of California, 1973. 793 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Décimo primeiro levantamento, agosto 2016. Brasília: Conab, 2016. 176 p. Acesso em: 10 ago. 2016. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_09\\_12\\_08\\_19\\_boletim\\_graos\\_agost](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_boletim_graos_agost)

[o\\_2016.pdf](#)>.

DARA, S. T.; FIXEN, P.E. & GELDERMAN, R.H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of the corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 6, p. 1006-1010, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **DRIS: Diagnóstico Nutricional para a Soja**. Londrina: Embrapa/Soja, 2003. Acesso em :18 ago. 2016. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/dris/sobre.php>.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de Análises química de solos, plantas e Fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa/Solos, 1997. 370 p.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.: il. Algumas col.; 26 cm.

FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. **SAS for linear models: a guide to the ANOVA and GLM procedures**. Cary: SAS Institute, 1981. 231 p.

HALLMARK, W. B.; BEVERLY, R. B.; SUMNER, M. E.; MOOY, C. J. de; MORRIS, H. F.; PESEK, J.; FONTENOT, J.D. Soybean phosphorus and potassium requirements evaluation by three M-DRIS data base. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n. 2, p. 323-328, 1990.

HANSON, R. G. DRIS evaluation of N, P, K status of determinant soybean in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 9 p. 933-948, 1981.

HANWAY, J. J.; WEBER, C. R. N, P and K percentages in soybean plant parts. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 2, p. 286-290, 1971.

HARGER, N.; FIORETTO, R.; RALISCH, R. Avaliação nutricional da cultura da soja pelos métodos DRIS e níveis de suficiência. Revista **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 24, n. 2, p. 219-224, jul./dez. 2003. 94 p.

HOOGERHEIDE, H. C. **DRIS para a avaliação do estado nutricional da soja em duas regiões do cerrado brasileiro**. 2005. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

KEOGH, J. L.; SABBE, W. B.; CAVINESS, C. E. Nutrient concentration of selected soybean cultivars. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 3, n. 1, p. 29-36,

1972.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MASCARENHAS, H. A. A.; NEPTUNE, A. M. L.; MURAOKA, T.; BULISANI, E. A.; HIROCE, R. Absorção de nutrientes por cultivares de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 92-96, 1980.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343 p.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 277-282, 2003.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Meceas, 2009. 314 p.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F.; COMPO, R. J.; BORKERT, C. M. **Soja: nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1986. 52 p. (Documentos, 17).

SOUSA, M. GOMES DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUZA, R. F. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a Cultura da Soja Convencional e Transgênica na Região Sudeste de Goiás**. 2013. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.<sup>1</sup>

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation system (DRIS). **Advances in Soil Science**, Boca Raton, Flórida, v. 6, n. 1, p. 149-188, 1987.

---

1