

ROBERTA DE FREITAS SOUZA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
(DRIS) PARA A CULTURA DO ALGODÃO NO MUNICÍPIO DE
SILVÂNIA-GOÍÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:
Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia, GO – Brasil
2009

ROBERTA DE FREITAS SOUZA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
(DRIS) PARA A CULTURA DO ALGODÃO NO MUNICÍPIO DE
SILVÂNIA-GOIÁS**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 18 de fevereiro de 2009, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof^a. Dr^a. Eliana Paula Fernandes
EA/UFG

Dr^a. Maria da Conceição S. Carvalho
Pesquisadora Embrapa Algodão

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro
EA/UFG

Goiânia, Goiás
Brasil

*Deus amado, que eu nunca venha envolver-me na
confusão do mundo e tornar-me tão sábia a meus
próprios olhos que possa ver o mal, e então,
chamá-lo de bem.*

Isaiás 5: 20-21

*Obrigada Senhor porque contigo todas as coisas são
possíveis e, por isso, posso enfrentar com fé e
esperança as situações difíceis em minha vida.*

*À Deus pela razão de minha existência
e sua presença em todos os momentos
da minha vida*

OFEREÇO.

*Aos meus pais Roberto Gonçalves de Souza e Rosângela de
Freitas Souza pelo amor, carinho e os ensinamentos
necessários à jornada da minha vida, ao meu irmão Renato
de Freitas Souza e meus avós Vildete Beckman
de Freitas e Zilmo Finado de Freitas pelo amor e motivação*

*Em especial, ao meu namorado Noé Barroso da Silva
pelo amor, dedicação, amizade e companheirismo,
aos meus sogros Noé Pereira da Silva e Zilda Inácia
Barroso e à minha cunhada Marlene Barroso da
Silva pelo apoio, incentivo e ajuda*

Carinhosamente,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Goiás, pela realização do curso;

Ao meu orientador, professor Dr. Wilson Mozena Leandro, pela competência e determinação na orientação, ensinamentos e solidariedade, minha admiração, respeito, o meu muito obrigada;

Ao Fialgo e CNPq, pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho;

A Coordenadora da Pós-Graduação em Agronomia Prof.^a Dr.^a Mara Rúbia da Rocha, pelas orientações prestadas;

Aos professores do Departamento de Agricultura, em especial às professoras Eliana Paula, Magda e Vlândia e ao professor Huberto Kliemann, pelo carinho, ensinamento e amizade concedida;

Aos funcionários da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG, em especial à Cristina, Ionícia e Luizinho, pela atenção e dedicação;

Aos laboratoristas do Setor de Solos da UFG Carlinhos, Elenilson, Zé Luiz e Luiz, pela amizade e colaboração;

Aos funcionários do setor de Máquinas da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG Ailson Paixão, Sebastião Carlos, Zé do Boné, à estagiária do Setor de Solos Klênia, ao meu amigo João Eudes, ao meu sogro Noé Pereira, aos funcionários da fazenda Cedro, Dona Janete, Luiz e Airton, pelo imenso apoio nas coletas de dados no campo;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFG, que de várias formas enriqueceram o meu conhecimento e foram guias na condução deste trabalho;

Ao secretário do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFG e grande amigo Wellington Motta, pela palavra amiga, pelo incentivo e ajuda;

A todos os meus colegas de curso, pelo companheirismo, em especial Nara Rúbia de Moraes, Renata Alvez e Francisco Cordão;

Aos meus amigos e produtores Nairo Bernardino Gomes e Dalmo Sávio Pereira, por cederem a área comercial de algodão para o estudo, pelas orientações, por toda colaboração prestada e pelos incentivos, o meu muito obrigada;

Aos membros da banca examinadora Dr.^a Maria da Conceição S. Carvalho, Dr.^a Eliana Paula Fernandes e Dr. Wilson Mozena Leandro, pelo tempo concedido, paciência e colaboração.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

GLOSSÁRIO	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A CULTURA DO ALGODÃO.....	12
2.2 MÉTODOS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS	14
2.2.1 Análise química de terra.....	15
2.2.2 Análise foliar.....	19
2.3 MÉTODOS DE INTERPRETAÇÕES DAS ANÁLISES DE TERRA E FOLIAR	20
2.3.1 Método das faixas de concentração ou níveis críticos	21
2.3.2 Método DRIS.....	24
2.3.2.1 Histórico.....	24
2.3.2.2 Princípio do método	26
2.3.2.2.1 Obtenção das normas	26
2.3.2.2.2 Cálculo e interpretação dos índices	27
2.3.2.2.3 Validação dos resultados.....	29
2.3.2.3 Aplicação do DRIS na cultura do algodão na região Centro-Oeste	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 SELEÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	32
3.2 MANEJO DA CULTURA	33
3.3 COLETAS DE DADOS E ANÁLISES	34
3.3.1 Amostragem e análise química de terra	34
3.3.2 Amostragem e análise foliar	36
3.3.3 Amostragem da produtividade	36
3.4 CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES DE TERRA E DE FOLHA	37
3.4.1 Método das faixas de concentração ou níveis críticos	37
3.4.2 Método DRIS.....	39
3.4.2.1 Obtenção das normas	39
3.4.2.2 Cálculo dos índices DRIS	39
3.4.2.3 Interpretação dos índices DRIS.....	41
3.4.2.4 Cálculo do Índice de Balanço de Nutricional (IBN)	41
3.4.2.5 Faixas de suficiência	41
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 INTERPRETAÇÃO PELO MÉTODO DAS FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO OU NÍVEIS CRÍTICOS.....	43
4.1.1 Análise foliar e produtividade.....	43
4.1.2 Análise de terra	51
4.2 INTERPRETAÇÃO PELO MÉTODO DRIS	60
4.2.1 Normas	60
4.2.1.1 Análise foliar.....	60
4.2.1.2 Análise de terra	68
4.2.2 Interpretação dos índices DRIS	77
5 CONCLUSÃO	87
6 REFERÊNCIAS	88
APÊNDICES	106

GLOSSÁRIO

Al - Alumínio

B - Boro

N - Nitrogênio

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

Ca - Cálcio

Cu - Cobre

CV - Coeficiente de variação

DP - Desvio padrão

F - Teste para análise de variâncias

Fe - Ferro

IBN - Índice de Balanço Nutricional

K - Potássio

Mg - Magnésio

Mn - Manganês

MO - Matéria orgânica

NS - Níveis de suficiência

NSR - Níveis de suficiência regional

P - Fósforo

S - Enxofre

V % - Saturação por Bases

Zn - Zinco

W - Teste de normalidade por Shapiro-Wilk

RESUMO

SOUZA, R. F. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura do algodão no município de Silvânia-Goiás**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.¹

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) tem mostrado-se eficiente como método para diagnóstico nutricional em diversas culturas. Porém o método tem sido pouco empregado na cultura do algodoeiro, principalmente no Estado de Goiás. O objetivo deste trabalho foi obter normas DRIS e diagnosticar os fatores nutricionais mais limitantes à obtenção de altas produtividades para a cultura do algodão, através de análises foliares e de terra, interpretadas pelos métodos faixas de concentração ou níveis críticos e DRIS. Foram selecionados pontos de amostragem, em uma área comercial no município de Silvânia, Goiás, conforme as características locais de topografia e tipo de solo, procurando-se manter uniformidade dentro dos pontos e diferenças entre eles. As amostras de terra e folha foram coletadas na época de florescimento pleno (90 dias após o plantio). Coletou-se 10 folhas em cada ponto, retirando-se a quinta folha a partir do ápice da haste principal, e para a análise de terra coletou-se seis amostras simples na profundidade de 0 a 20 cm para cada ponto, totalizando 108 pontos de amostragem. Para avaliação da produtividade em cada ponto de amostragem, após a maturação fisiológica, foram tomadas duas linhas de cinco metros lineares de plantio, colhendo-se as plumas. As análises de terra e folhas foram interpretadas pelos métodos das faixas de concentração ou níveis críticos e o DRIS. Foram estabelecidas normas a partir de uma população com produtividade maior que 4.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço para cálculo dos índices DRIS. Os métodos de diagnose avaliados neste trabalho apresentaram interpretações distintas. Os nutrientes S, P, B, Zn, Fe e Mn foram os mais limitantes nas análises de terra e de folha, diagnosticados pelo método DRIS. Pelas faixas de concentração ou níveis críticos P, Zn e matéria orgânica foram os mais limitantes nas análises de terra, enquanto nas análises foliares foram os nutrientes S, Zn, K e B. O método DRIS apresentou maior sensibilidade para diagnosticar problemas nutricionais, especialmente, para micronutrientes.

Palavras-chave: estado nutricional, normas, índices, faixas de suficiência.

¹ Orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

ABSTRACT

SOUZA, R. F. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for cotton crop at the Silvânia-Goiás (Brazil) site.** 2009. 116 f. Dissertation (Master in Agronomy: Vegetal Production) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.¹

The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) is an efficient tool for nutritional diagnosis on several crops. However, it no longer has been used on cotton crop, mainly in Goiás State. This work aimed to gain DRIS norms and diagnose the most limiting nutritional factors to obtain high cotton yields, using soil and leaf analysis, interpreted through critical levels or concentration ranges and DRIS techniques. Sampling sites were chosen on commercial area according to local topographic features and soil classes, trying to maintain their inside uniformity. Soil and leaf samples were taken at the full flowering stage (90 day after seeding). Ten leaves from each point were sampled, withdrawing the fifth leaf from the apex of the main stem, and for soil analysis six single samples from 0 to 20 cm at each point. Yields were assess after physiological maturation, taking two seeding rows five meters long for harvesting cotton fiber. Soil and leaf data were interpreted through DRIS and concentration ranges techniques. Norms were established from populations with yields greater than 4 Mg ha⁻¹ of nutmeat cotton for calculating the DRIS indices. The diagnosis techniques assessed in this work showed distinct interpretations. The nutrients S, P, B, Zn, Fe and Mn showed to be the most limiting ones, as evaluated on by soil and analysis and diagnosed through the DRIS technique. Using the concentration range technique P, Zn and SOM in soil data, whereas in leaf data, S, Zn, K and B, are the most limiting ones. DRIS showed higher sensibility for diagnosing nutritional deficiencies, moreover, for micronutrients.

Key words: nutritional status, norms, indices, sufficiency ranges.

¹Adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA–UFG.

1 INTRODUÇÃO

Em 1997, o Brasil chegou a ser o segundo maior importador de algodão do mundo, atualmente é o quarto maior exportador e o quinto produtor dessa fibra com 7,18 milhões de fardos produzidos na safra 2007/08. O algodão brasileiro é reconhecido por sua excelência, sendo exportado para os mercados exigentes, como Coréia do Sul, Turquia e Indonésia (Anuário Brasileiro de Algodão, 2008).

A área plantada no Brasil na safra de 2007/08 totalizou 1.077,4 mil hectares, 1,8 % inferior a safra de 2006/07, com uma produção de 4.107,7 mil toneladas de algodão em caroço, 5,1 % superior a safra anterior. A estimativa de área plantada para a safra de 2008/09 é de 857,5 mil hectares, que corresponde a uma redução de 20,4 % comparada a safra de 2007/08, com uma produção de 3.249,7 mil toneladas de algodão em caroço, 20,9 % inferior a safra anterior (Conab, 2008).

Dentre os diversos fatores que influenciam na redução da área plantada em 2008, destacam-se a alta nos preços dos insumos, principalmente os fertilizantes, que interferiram diretamente no custo variável de produção, a acentuada retração dos preços do algodão em pluma no Brasil e no mundo, aliada às restrições de crédito, e a concorrência com a soja, cujas cotações encontram-se mais positivas.

Atualmente, a região Centro-Oeste responde por 62,6 % do algodão produzido no Brasil. Somando-se a produção do Centro-Oeste com a da Bahia e do Maranhão, o algodão do Cerrado representa mais de 94,3 % da produção nacional. O Estado de Goiás é o terceiro maior produtor de algodão em áreas sob vegetação de Cerrado, com uma produção de 271,9 mil toneladas de algodão em caroço na safra de 2007/08 (Conab, 2008).

A região do Cerrado brasileiro ocupa 207 milhões de hectares e representa aproximadamente 4 % da região tropical do mundo (Resck, 1999). A região é visada por possuir características excelentes para o cultivo, como topografia plana que facilita a mecanização e condições climáticas adequadas.

Mas os solos de Cerrado apresentam limitações químicas quanto ao cultivo, devido à sua baixa fertilidade natural como consequência da pobreza do material de origem

e do elevado grau de intemperismo (Lopes, 1984). Para que o algodoeiro expresse seu potencial vai depender da aplicação de bons programas de correção da acidez do solo e adubação e uma das etapas importantes para a implantação destes programas é a diagnose do estado nutricional da cultura.

Os métodos de diagnose mais utilizados atualmente têm sido a análise de solo e a análise foliar interpretados através de níveis críticos ou faixas de concentrações, que comparam individualmente os níveis de cada nutriente com parâmetros previamente tabelados (Chapmann, 1973; Walsh & Beaton, 1973).

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils (1971), incorpora o conceito de equilíbrio entre os nutrientes nos tecidos das plantas (Baldock & Schulte, 1996). Esta técnica baseia-se no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados 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.

O método DRIS tem sido apontado como vantajoso na interpretação dos resultados de análises foliares e de terra, pois supre parte das limitações dos métodos univariados, mas sua implantação depende da obtenção de uma base de dados composta de uma quantidade substancial de valores médios da concentração de nutrientes, variâncias e desvio padrão de uma população de plantas altamente produtiva.

A particularização dessa base de dados, restringindo a aplicação do DRIS a uma determinada região, material genético e condições edafoclimáticas, é uma medida de refinamento importante para melhorar a precisão do diagnóstico (Dara et al., 1992; Reis Junior & Monnerat, 2003a).

O DRIS é um método de monitoramento que pode ser capaz de diagnosticar, adequadamente, o estado nutricional do algodoeiro e, conseqüentemente, indicar o correto manejo da adubação, visando diminuir os custos de produção e o perigo de poluição ambiental pelo excesso da aplicação de fertilizantes.

O presente trabalho teve como objetivos obter normas em uma área de produção comercial de algodão localizada no município de Silvânia, Goiás para alimentar um banco de dados que permitirá a utilização do DRIS no Estado de Goiás. Diagnosticar os fatores nutricionais mais limitantes à obtenção de altas produtividades para a cultura do algodão através de análises foliares e de terra, interpretadas pelos métodos das faixas de concentração ou níveis críticos e DRIS na área comercial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO ALGODÃO

O algodoeiro é uma das principais e mais antigas plantas domesticadas pelo homem, tendo registros de seu uso a mais de 4.000 anos (Beltrão & Souza, 1999). É uma dicotiledônea da família malvácea, cujo gênero *Gossypium* tem mais de 50 espécies já descritas e classificadas (Craven, 1994). De todas as espécies, apenas quatro são exploradas comercialmente e mais de 90 % da produção mundial de fibras são da espécie *Gossypium hirsutum* com distribuição em quase todos os países produtores (Lee, 1984; Fuzatto, 1999).

As fibras são responsáveis pelo vestuário de mais de 45 % da humanidade, apesar do grande desenvolvimento das fibras sintéticas e artificiais, derivadas do petróleo e outros produtos, como a celulose oriunda do líter do próprio algodão (Beltrão, 1999).

Em relação às exigências edafoclimáticas, a planta do algodoeiro é exigente quanto a solos, pois apresenta melhor desempenho quando instalada em solos de alta fertilidade, sob condições de umidade adequada, sendo desfavoráveis às glebas com forte acidez, solos rasos e pedregosos, e as áreas sujeitas ao alagamento ou com declives superiores a 10 % (Silva et al., 1995).

Quanto ao clima, noites frias ou temperaturas diurnas baixas restringem o crescimento das plantas levando-as à emissão de poucos ramos frutíferos. Diante disso, a semeadura é aconselhável em regiões ou épocas em que as temperaturas permaneçam entre 18° e 30°C, nunca ultrapassando o limite inferior de 14°C e superior a 40°C (Doorenbos et al., 1979). E, embora a planta seja resistente à seca, quando comparada às outras culturas, para se obter altas produtividades é necessária a disponibilização de 650 a 900 mm de água durante o ciclo da cultura (Rosolem, 2007).

A planta apresenta hábito de crescimento indeterminado. Com o adequado fornecimento de nutrientes e água, a planta cresce excessivamente, proporcionando o apodrecimento de frutos e abscisão de botões, flores e frutos, interferindo negativamente

na produtividade (Ritche et al., 2004). Segundo Cothren & Oosterhuis (1993), a competição por fotoassimilados entre o crescimento vegetativo e reprodutivo é significativamente reduzida, quando utiliza-se reguladores de crescimento. O uso de tais produtos é uma estratégia agrônômica para o incremento da produtividade e melhoria da qualidade da fibra (Ferreira & Lamas, 2006; Lamas, 2007).

A produtividade da lavoura brasileira é hoje a mais alta do mundo em área de sequeiro, perdendo apenas para a Austrália que produz em área irrigada e supera em 45 % a dos Estados Unidos da América (EUA), o mais tradicional e exportador mundial de algodão (Ferreira Filho & Alves, 2007).

De acordo com a Conab (2008), o Brasil colheu na safra de 2007/08 uma produção de 1.602,2 mil toneladas em plumas, um recorde absoluto, e a soma das exportações deverá totalizar algo em torno de 520,0 mil toneladas, gerando um montante de receita da ordem de US\$ 586,3 milhões. Segundo a entidade, o consumo estimado é de 1.050,0 mil toneladas e os estoques de passagem deverão totalizar cerca de 454,5 mil toneladas, dando tranquilidade ao setor têxtil para operar no período de entressafra.

Na década de 1980, a história da cultura do algodão no Brasil, já bastante conturbada, devido às crises internacionais, teve um instante especialmente dramático, com o aparecimento da praga do bicudo. Essa situação teve como consequência o deslocamento do eixo de produção dos estados de São Paulo e do Paraná para os Cerrados do Centro-Oeste (Costa & Bueno, 2004). A região pioneira na exploração do algodão foi o município de Santa Helena de Goiás no ano de 1942, mas a experiência não foi adiante devido as dificuldade para controle de pragas e doenças (Freire, 2007).

Desde que o algodão migrou das regiões tradicionalmente produtoras para as áreas de Cerrado, a cotonicultura brasileira vem ganhando espaço no cenário mundial. Hoje, pode-se dizer que a região centro-oeste produz 62,7 % do algodão em pluma no Brasil. O primeiro maior produtor desta região é o Estado do Mato Grosso, e o segundo maior é o Estado de Goiás (Conab, 2008).

O Estado de Goiás ocupa hoje o terceiro lugar na classificação da produção de algodão do país, cuja produção algodoeira foi destaque em desempenho na safra 2007/08, totalizando 106 mil toneladas de algodão em pluma (Conab, 2008). Hoje, conta-se com aproximadamente 107 produtores de algodão, estando a maior parte da produção concentrada nos municípios de Mineiros, Ipameri, Itumbiara, Chapadão do Céu, Rio Verde, Acreúna, Montividiu e Palmeiras de Goiás (Seagro, 2007).

O sucesso da cultura do algodoeiro no Cerrado goiano tem sido impulsionado pelas condições de clima favorável, terras planas, que permitem mecanização total da lavoura, programas de incentivo à cultura implementados pelo Estado e, sobretudo, o uso intensivo de tecnologias modernas, principalmente variedades mais produtivas.

As produtividades médias alcançadas nas últimas safras no Cerrado são iguais ou superiores aos grandes países produtores de algodão, tais como China, Estados Unidos, Índia, Austrália e Egito. Uma significativa parcela deste sucesso pode ser atribuída ao melhoramento genético (Farias et al., 2006).

Farias et al. (2007) testaram o comportamento de cultivares elites no Cerrado e observaram que os maiores potenciais produtivos foram obtidos pelos genótipos Fibermax 993 e 966, FMT 701, FMT 702, PR 01-36, Delta Opal e BRS Araçá. Recentemente foi lançada a cultivar Fibermax 910 que tem alto potencial produtivo e elevada qualidade da fibra.

As cultivares utilizadas demandam quantidades diferenciadas de fertilizantes para alcançar todo seu potencial produtivo. Freire & Farias (2001) mostram dados de produção de algodão no Cerrado de diversas cultivares, cujo potencial produtivo varia de 1.036 kg ha⁻¹ a 5.462 kg⁻¹ ha. de algodão em caroço.

Os solos da região do Cerrado englobam praticamente todo o Estado de Goiás. Estes possuem uma baixa fertilidade natural, devido ao material de origem e ao intemperismo (Lopes, 1984). A introdução da cultura do algodão, principalmente dessas cultivares modernas, depende da correção da acidez do solo e adubação, mas para isso é necessário conhecer as exigências nutricionais da planta e realizar de forma adequada a interpretação das análises de terra e folha.

2.2 MÉTODOS DE DIAGNOSE DO ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS

O crescimento e a produção dos vegetais são diretamente afetados pela sua nutrição, portanto, técnicas de avaliação do estado nutricional das plantas são ferramentas indispensáveis para o monitoramento da oferta de nutrientes pelas adubações realizadas anualmente. Os principais métodos de diagnose do estado nutricional são: diagnose visual, análise química de terra, análise foliar e métodos biológicos (Wallace, 1951; Malavolta, 1980; Fageria et al., 1991; Lopes & Carvalho, 1991). Entre esses, os mais utilizados em áreas comerciais têm sido a análise química de terra e a análise foliar.

2.2.1 Análise química de terra

A análise química de terra é um dos métodos mais empregados no Brasil para avaliação direta da fertilidade do solo. É considerada uma técnica rápida e de fácil acesso. Esse método fundamenta-se no uso de extratores químicos que removem do solo, por complexação, desorção, solubilização, troca iônica ou hidrólise, formas químicas dos nutrientes consideradas disponíveis para a planta, ou de elementos químicos promotores de salinização do solo ou toxidez para as plantas (Cantarutti et al., 2007).

As soluções extratoras simulam a quantidade de nutrientes disponíveis às raízes dos vegetais. Segundo Lopes & Carvalho (1991), os extratores determinam o grau de suficiência ou deficiência de nutriente no solo, além de quantificar condições adversas que são prejudiciais ao desenvolvimento das culturas como a acidez, a salinidade, e a toxicidade de alumínio (Al) no solo.

Um dos maiores problemas nas análises de terra é a seleção de métodos de extração e/ou soluções extratoras. A solução extratora deve ser capaz de discriminar entre diferentes conteúdos do elemento no solo, conteúdos esses que devem garantir, dentro de certos limites, produções também diferentes, e os resultados analíticos devem ser calibrados com os dados de ensaios de campo, a fim de que possam fazer recomendações seguras de adubação (Malavolta, 1980).

Na década de 60, o antigo Instituto de Química Agrícola, hoje atrelado ao Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa, junto com a Universidade de Carolina do Norte (EUA), praticamente uniformizaram os métodos de análise de pH, Cálcio (Ca) + Magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e Al. Porém, após 1983, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) alterou profundamente os procedimentos de análise, envolvendo a medida de pH, análise de P e da acidez potencial e o critério de recomendação de calagem (Raij, 1991).

Ainda segundo Raij (1991), existe uma grande variedade de métodos de análise de terra, compreendendo a extração dos nutrientes, a determinação analítica, a expressão dos resultados e a conceituação do que seriam os parâmetros adequados para interpretar a disponibilidade dos nutrientes. E, geralmente, os resultados fornecidos pelos métodos, para as mesmas determinações muitas vezes não são facilmente comparados.

No Brasil desde meados da década de 60, vinham sendo utilizados dois extratores ácidos para o P: o ácido sulfúrico 0,05N desenvolvido pelo IAC, e o duplo ácido

também conhecido como Mehlich-1 ou Carolina do Norte. O método do IAC foi usado pelos laboratórios de análise de solo em São Paulo até 1983, quando passou a ser substituído pelo método da Resina Trocadora de Íons (Raij, 1991).

Segundo Novais et al. (2007), a avaliação do P disponível no solo tem sido feita em várias regiões do mundo com o uso de soluções extratoras com características constitutivas diversas, quanto acidez, diluição, tamponamento, presença de compostos complexantes, fósforo marcado, dentre outros e, mais recentemente, com a Resina de Troca Aniônica.

Os extratores ácidos como Mehlich-1 e o ácido sulfúrico 0,05N extraem mais P ligado a Ca no solo e apenas pequena proporção do elemento ligado a Al e Fe (Kamprath & Watson, 1980). Como os solos brasileiros, principalmente os da região de Cerrado são ácidos e ricos em óxidos de Fe e Al, esses extratores não deveriam ser a melhor opção para extrair o P, pois estariam subestimando a quantidade desse elemento.

Por outro lado, para os mesmos extratores, valores superestimados de P disponível são verificados em solos com predomínio de P ligado a Ca, dada sua gênese ou utilização prévia de fosfatos naturais de baixa reatividade, pois extrai P diretamente das apatitas (Goedert & Lobato, 1980; Yost et al., 1982; Novelino et al., 1985).

No extrator Mehlich-1, há necessidade de utilizar os teores de argilas como variável auxiliar nas classes de interpretação, pois em solos mais argilosos, o extrator extrai menos P, principalmente das formas do nutriente ligadas ao Fe e Al. Já na extração com Resina não há necessidade desta variável auxiliar, visto que as condições de extração são favoráveis à dissolução de fosfatos de Fe e Al (Cantarella et al., 1995).

No Brasil, o K disponível é extraído do solo com o extrator Mehlich-1, ou com a solução de acetato de amônio $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0, ou ainda, com Resina Trocadora de Íons (Ernani et al., 2007). Todos esses métodos quantificam valores semelhantes de K (Prezotti et al., 1988; Villa et al., 2004). Essas determinações são fáceis, rápidas, baratas e os valores extraídos representam a forma de K no solo que mais se correlaciona com a quantidade desse elemento absorvido pelas plantas (Villa et al., 2004).

A eficiência da análise de terra em prever a capacidade de K do solo pode ser aumentada pela inclusão de outros fatores além do K disponível, tais como a mineralogia, a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (Meurer & Anghinoni, 1993), e K não-trocável (Nachtigall & Vahl, 1991). A CTC é considerada na região do Cerrado brasileiro para fins

de recomendação da quantidade e da forma de aplicação de fertilizantes potássicos (Vilela et al., 2004).

Para a determinação dos teores de Ca e Mg podem ser empregados os extratores cloreto de potássio (KCl) ou a Resina Trocadora de Íons, porém o KCl é o mais utilizado por diversos laboratórios de solo do Brasil (Embrapa, 1997).

A acidez ativa do solo é representada pelo pH que é a medida da concentração de íons de H^+ . Para determinar essa acidez, são utilizados métodos potenciométricos com eletrodos específicos. Os métodos mais comuns são a determinação do pH em suspensão do solo com água, a determinação do pH em suspensão do solo com KCl 1 mol L^{-1} e a determinação do pH em suspensão do solo com $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10 mmol L^{-1} (Sousa et al., 2007).

Os valores de pH em água apresentam maior variabilidade entre repetições, ou seja, fornece valores variáveis em diferentes épocas do ano, ou ainda, estão sujeitos ao manuseio das amostras. Isso é consequência da existência de quantidades variáveis de sais no solo que, mesmo em pequenos teores, deprimem o valor do pH (Raij, 1991).

Entretanto, a adição de eletrólito como KCl ou $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ pode diminuir essa variabilidade. Muitos laboratórios de diversos países usam a solução de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10 mmol L^{-1} proposta por Schofield & Taylor (1955), que permite nivelar o efeito dos sais normalmente existentes em solos não-salinos (Raij, 1991).

Já, a acidez potencial é determinada integralmente, incluindo H^+ e Al^{3+} . As soluções empregadas são o cloreto de bário tamponado com trietanolamina a pH 8,2, o acetato de Ca $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 e a solução tampão SMP (Raij, 1991). Entretanto as soluções mais utilizadas em laboratórios de solo tem sido a solução de acetato de Ca $0,05 \text{ mol L}^{-1}$, pH 7,0 e a solução tampão SMP (Sousa et al., 2007). Quaggio et al. (1985) registraram boa correlação entre a acidez potencial obtida pelo acetato de Ca com a solução SMP para solos do Estado de São Paulo.

A determinação da matéria orgânica (MO) é feita através da metodologia de Walkley-Black, pela sua oxidação com uma mistura de dicromato com ácido sulfúrico. Esse método foi proposto para medir a MO ativa e facilmente decomposta no solo, incluindo o húmus, e exceto o carvão. A MO total é determinada pelo mesmo procedimento, porém o extrato é aquecido por 30 minutos de maneira controlada (Raij & Quaggio, 1983).

Para determinação de N, S e micronutrientes não existe um consenso sobre os melhores métodos de extração. De maneira geral, podem-se classificar os extratores utilizados na determinação dos micronutrientes disponíveis em seis categorias: água ou extrato de pasta de saturação, soluções salinas, soluções ácidas, soluções complexantes, oxidantes/reductoras e os combinados das anteriores (Abreu et al., 2007).

O método da água quente, originalmente proposto por Berger & Truog (1939) para determinação de boro (B) disponível, é o mais usado e é sempre um ponto de referência obrigatório para a comparação com os outros processos de extração de B (Ribeiro & Tucunango Sarabia, 1984; Bataglia & Raij, 1990; Abreu et al., 1994a).

As soluções salinas extraem preferencialmente os micronutrientes dos pontos de troca iônica do solo. A mais empregada é o acetato de amônio 1 mol L^{-1} a pH 7,0 que extrai Cu, Mn e Zn (Pavan & Miyazawa, 1984; Abreu et al., 1994b).

Entre as soluções complexantes a mais difundida é o DTPA, método proposto por Lindsay & Norvell (1978) para a determinação de deficiências de Cu, Fe, Mn e Zn em solos calcários do sudoeste dos EUA.

Como exemplos de reagentes oxidantes/redutores têm-se a hidroquinona, a hidroxilamina acidificada, e o oxalato acidificado. A hidroquinona tem sido empregada para determinar o Mn facilmente redutível (Abreu et al., 2007).

As soluções ácidas mais testadas para a extração de Cu, Fe, Mn e B são Mehlich-1, HCl, H_2SO_4 e H_3PO_4 (Bartz & Magalhães, 1975; Casagrande, 1978; Barbosa Filho et al., 1990; Buzetti, 1992; Abreu et al., 1994b). Bataglia & Raij (1990) testaram os extratores Mehlich-1, HCl, CaCl_2 e água quente para avaliar a disponibilidade de B em 26 amostras de solos do Estado de São Paulo. Os autores concluíram que o Mehlich-1 foi menos eficiente que os demais extratores.

Abreu & Raij (1996), também utilizando amostras de solo do Estado de São Paulo, observaram que as soluções ácidas não são capazes de discriminar satisfatoriamente a influência do pH do solo na disponibilidade de Zn. Galvão (1988) também confirmou a baixa capacidade de avaliação da disponibilidade de Cu pelo Mehlich-1. Contudo sabe-se que mais de 90 % dos laboratórios do Brasil utilizam para a extração dos micronutrientes, a solução ácida de Mehlich-1 (Cantarella et al., 1995).

A análise de terra é uma excelente ferramenta para avaliar o estado nutricional das culturas. Porém existem casos em que os nutrientes apresentam teores suficientes no solo, mas em decorrência de fatores como a seca, o excesso de água, ou outro impedimento

físico do solo ao crescimento das raízes, eles deixam de ser absorvidos em quantidades suficientes, levando a planta a quadros de deficiência. Então uma ferramenta que pode detectar tal problema nutricional é a análise foliar. Além disso, para muitos nutrientes não há um critério adequado de análise de terra, levando à necessidade do emprego de análises foliares.

2.2.2 Análise foliar

A avaliação direta do estado nutricional de plantas é uma necessidade para a agricultura, e a análise foliar é muito útil para tal diagnóstico. A folha representa bem a planta, por ser o órgão que reflete melhor o estado nutricional da cultura. Ulrich (1948), citado por Malavolta (2006), define a análise foliar como uma ferramenta para solucionar os problemas nutricionais das plantas crescendo em condições de campo. Segundo Wallace (1957), a planta funciona como uma solução extratora universal dos elementos disponíveis no solo e que deve ser utilizada conjuntamente com outros métodos, em particular a análise de terra.

A diagnose foliar é também um método indireto de avaliação da fertilidade do solo, porque geralmente, há correlação entre a disponibilidade de nutrientes na solução do solo e o teor desses nutrientes na folha das plantas cultivadas. A composição mineral da folha é consequência do efeito dos fatores que atuaram até o momento em que o órgão foi amostrado, podendo variar com a espécie, cultivar, idade, solo, condições climáticas, práticas culturais, pragas e doenças, dentre outros (Malavolta et al., 1997).

A sua utilização, como critério de diagnóstico é baseada na premissa de que existe uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e suas respectivas concentrações, e que aumentos ou decréscimos nos níveis desse nutrientes estão relacionados à produção e/ou crescimento mais alto ou mais baixo, respectivamente (Bataglia & Dechen, 1996).

De acordo com Souza & Carvalho (1985) e Bataglia & Dechen (1986), a análise de plantas pode ser empregada: para simples diagnose de deficiência, toxicidade ou desequilíbrio nutricional; para confirmação de sintomas visíveis de carência de nutrientes; como guia para correção de deficiência na presente cultura ou na subsequente; como meio para manutenção da fertilidade do solo, mediante o conhecimento do que é removido pela colheita; para estabelecimento de recomendações de fertilizantes; como meio de previsão

de safras; para identificação de interações e antagonismos entre elementos químicos; e para diferenciação entre desordens nutricionais e danos causados por patógenos e insetos.

Como a composição de diferentes partes das plantas difere e também o estágio de crescimento influi na concentração de nutrientes, há necessidade de estabelecer as partes das plantas a serem amostradas e também a melhor época. A padronização da amostragem de plantas é essencial para o sucesso da diagnose foliar, por isso muitos pesquisadores têm realizado trabalhos científicos sobre esse assunto.

De acordo com Malavolta et al. (1997), para a avaliação dos teores foliares de plantas de algodoeiro, devem ser coletadas trinta folhas por área de 1 ha a 50 ha. A folha deve ser a quinta a partir da ponta da haste principal, cada folha de uma planta diferente, durante o pleno florescimento, aproximadamente aos 90 a 95 dias após o plantio.

Após a amostragem, a análise química das folhas é feita em duas etapas, a primeira é a moagem do material que foi lavado em água destilada e seco a 65°C em estufa por um período de 48 horas. A amostra deve ser bem homogeneizada, por que as quantidades pesadas no laboratório são pequenas (Raij, 1991).

A segunda etapa é a destruição da matéria orgânica para liberação dos nutrientes minerais. Isso pode ser feito por via úmida, utilizando combinações de ácido nítrico, perclórico ou sulfúrico, ou por incineração do material em mufla e posteriormente dissolver em ácido clorídrico. Em seguida obtêm-se extratos que visam a determinação de teores totais de nutrientes (Raij, 1991).

Recomendam-se análises regulares, ano após ano, pois constitui-se em um panorama da situação nutricional das plantas de determinada lavoura, revelando seu desenvolvimento conforme os tratamentos de fertilização, e em alguns casos, mudanças são necessárias. Oliveira et al. (1991) afirmam que o ideal seria acompanhar a evolução do estado nutricional das plantas, fazendo de cinco a seis testes durante o seu ciclo de desenvolvimento.

2.3 INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES DE TERRA E FOLIAR

Na definição dos parâmetros adequados para interpretar a disponibilidade dos nutrientes têm sido utilizados dois métodos: o método das faixas de concentração ou níveis críticos e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). A interpretação dos resultados através das faixas de concentração ou níveis críticos, consiste na comparação

individual dos níveis de cada nutriente com parâmetros previamente tabelados (Chapmann, 1973; Walsh & Beaton, 1973; Munson & Nelson, 1990). Essa técnica apresenta desvantagens, pois não leva em consideração a interação existente entre nutrientes, e a variação de suas concentrações com o desenvolvimento da planta (Sumner, 1977a).

Enquanto o método DRIS compara áreas amostradas entre si, utilizando a média das funções binárias das razões entre as concentrações dos nutrientes (Beaufils, 1971, 1973).

2.3.1 Método das faixas de concentração ou níveis críticos

A interpretação de análise da terra e análise foliar pelas faixas de concentração ou níveis críticos é considerada clássica. Os níveis críticos consistem na concentração na folha ou no solo, abaixo da qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade diminuem significativamente (Walsh & Beaton, 1973; Munson & Nelson, 1990).

Esses níveis são estabelecidos em experimentos de campo, onde as diferentes concentrações de nutrientes são obtidas mediante adubações, já que em solos nas condições nativas, os nutrientes não se distribuem em todas as faixas. A comparação entre a produção obtida e o nível de nutrientes extraídos permite obter curvas de calibração. O nível crítico é definido a partir do teor de nutrientes no solo e nas folhas, considerando-se alguns aspectos econômicos (Goedert et al., 1985).

Segundo Keisling & Mullixins (1979) e Dow & Roberts (1982), as faixas de concentração constituem o método mais aprimorado de interpretação de análise de terra e folha, uma vez que considera uma faixa de concentração abaixo da qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade diminuem significativamente, pois, na determinação destas concentrações, estão associados erros, especialmente para culturas em que existe grande diversidade de materiais genéticos.

As curvas de calibração para os nutrientes representam a correlação entre as respostas das culturas aos nutrientes aplicados nas adubações e os teores no solo ou folhas, servindo de base para a interpretação (Cantarella et al., 1995). A partir dessas curvas é que são definidas as classes de interpretação (Dahnke & Olsen, 1990).

Na prática, há divergências quanto ao nível de redução de produção, quando se calcula o nível crítico. Por exemplo, Ulrich & Hills (1967) estabeleceram o nível crítico para diversas culturas como a concentração correspondente a uma produção de 95 % da

ótima. Essas considerações são de extrema importância e influem na interpretação dos dados.

Para os solos argilosos da região de Cerrados, tem-se verificado que a faixa de concentração de P, extraído pelo Mehlich-1, varia de $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $10,0 \text{ mg dm}^{-3}$ (Goedert et al., 1985). A utilização dos teores de argila, como variável auxiliar na interpretação dos teores extraídos pelo Mehlich-1, tem sido um importante refinamento (Cantarella et al., 1995) e é utilizada nas interpretações de análise de P no solo no Estado de Goiás (Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás, 1988).

Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988), a faixa de concentração para o P para os solos de Cerrado varia de $6,1 \text{ mg dm}^{-3}$ a $8,0 \text{ mg dm}^{-3}$, já para Sousa & Lobato (2004) e Vilela et al. (2004) essa variação vai de $8,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $12,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

A faixa adequada de K nos solos de Cerrado encontra-se entre $51,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $80,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para Sousa & Lobato (2004), enquanto para a Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988) esta faixa está entre $25,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $50,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

Para o nutriente Ca a faixa crítica no solo situa-se entre $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a $7,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para Sousa & Lobato (2004), enquanto para a Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988) a faixa para os solos de Cerrado encontra-se entre $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a $5,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Sousa & Lobato (2004) estabeleceram classes de interpretação para a maioria das variáveis da análise de terra para os solos de Cerrado. Quanto a CTC total, esses autores definiram como níveis adequados em solos de Cerrado valores que variam de $9,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a $13,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. E, para o valor de Saturação por bases (V %) os níveis adequados situam-se entre 36 % a 60 %.

Quanto aos micronutrientes, Galvão (1985) relata que a maioria dos experimentos de campo, ou em casa de vegetação, não menciona níveis no solo, ou no tecido vegetal, que permitam avaliar melhor sua disponibilidade. Poucos são os trabalhos que mostram boas correlações entre os nutrientes extraídos através de extratores e as produções das culturas.

Galvão (1993) assegura que o nível crítico de Zn no solo extraído pelo método Mehlich-1 é de $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$. A Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988) também adota esse nível crítico, porém Sousa & Lobato (2004) e Galvão (2002) sugerem uma faixa de concentração variando de $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os trabalhos de calibrações para o Mn extraído pelo Mehlich-1 são restritos. Cox & Kramprath (1973) sugerem o nível crítico de $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para pH igual a 6,0. Como a maioria dos solos de Cerrado tem pH menores que 6,0, os níveis críticos devem ser menores que $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ (Galvão, 1985). Sousa & Lobato (2004) e Galvão (2002) citam valores entre $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ a $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ considerando o pH dos solos de Cerrado.

Lopes (1984), avaliando os teores de Fe extraído pelo Mehlich-1 em 518 amostras de terras de solos de Cerrado, verificou que a mediana foi de $32,5 \text{ mg dm}^{-3}$ e a amplitude de variação de $3,7 \text{ mg dm}^{-3}$ a $74,0 \text{ mg dm}^{-3}$. Sousa & Lobato (2004) estabeleceram classes de interpretação para esse elemento com faixa de concentração crítica em solos de Cerrado variando de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ a $12,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

Para os teores de Cu, extraídos pelo Mehlich-1, tem sido sugerido o valor de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ (Lopes, 1984; Galvão, 1985). Porém, segundo Sousa & Lobato (2004), a faixa de concentração para Cu varia de $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ a $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os níveis críticos e as faixas de concentração também são estabelecidos para os resultados de análise foliar. Em geral, dadas às grandes variações de clima, solo e cultivares, é preferível estabelecer faixas de nutrientes considerados como limitantes.

Nos trabalhos publicados por Malavolta (1980), Trani et al. (1983), Sfredo et al. (1986), Malavolta et al. (1989), Lopes & Carvalho (1991) e Malavolta (2006), são sugeridos níveis críticos e/ou faixas de concentração para análises foliares de algumas culturas. Tais relatos divergem quanto à fase de amostragem, à parte da planta amostrada e aos níveis de interpretação.

Para a cultura do algodão encontram-se na literatura faixas de concentração críticas propostas por diversos autores, como Bataglia (1991), Silva et al. (1995), Oliveira (2004), Malavolta (2006) e Morais (2008). Observa-se nessas publicações que as faixas de concentração para os macronutrientes são semelhantes, entretanto as faixas para os micronutrientes apresentam grandes variações de amplitude entre os autores.

Morais (2008) propõe para o nutriente Fe a faixa de concentração variando de 380 mg kg^{-1} a 1100 mg kg^{-1} , enquanto Silva et al. (1995) sugerem 50 mg kg^{-1} a 350 mg kg^{-1} e Malavolta (2006) de 100 mg kg^{-1} a 150 mg kg^{-1} . Para Cu, a faixa de concentração encontrada por Malavolta (2006) varia de 8 mg kg^{-1} a 10 mg kg^{-1} , enquanto Silva et al. (1995) encontraram de 50 mg kg^{-1} a 250 mg kg^{-1} . Outro micronutriente cuja faixa de

concentração apresenta grande divergência entre os autores é o Zn. Oliveira (2004) encontrou para este nutriente uma faixa variando de 25 mg kg⁻¹ a 200 mg kg⁻¹, enquanto Bataglia (1991) encontrou uma faixa de 20 mg kg⁻¹ a 60 mg kg⁻¹.

Apesar de ser reconhecida a influência dos fatores ambientais, edáficos e genéticos na análise foliar ainda são empregados dados antigos de faixas de concentração ou níveis críticos para interpretação das análises. Tais dados não consideram o surgimento de variedades de culturas mais modernas, que apresentam um maior potencial produtivo. A utilização dessas faixas pode levar à interpretação e recomendação de fertilizantes de forma errônea, e acabar favorecendo ao desequilíbrio nutricional, acarretando baixa produção.

As principais desvantagens do método das faixas de concentração ou níveis críticos são: os nutrientes são interpretados individualmente, não levando em consideração as interações entre eles; a variação da concentração dos nutrientes 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).

Outro problema na interpretação por esse método é que as relações encontradas entre os fatores são, conseqüentemente, específicas para as técnicas experimentais adotadas (Andrew, 1968; Walworth et al., 1986). Como os fatores de crescimento podem mudar sob várias condições, devido às interações com outros fatores, os valores críticos estabelecidos por esse modo não possuem aplicação universal. Assim, tal metodologia, além de morosa, é cara, pois envolve trabalhos de calibrações em diferentes regiões e culturas.

2.3.2 Método DRIS

2.3.2.1 Histórico

Na década de 50, Beaufils desenvolveu o chamado Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), inicialmente com o nome de Diagnóstico Fisiológico, para a cultura da seringueira na Indochina (Beaufils, 1954, 1957). A diagnose fisiológica deveria ser um sistema para reunir o máximo de fatores envolvidos na produção e, com a

devida organização desses fatores e o auxílio de computador, desenvolver um novo sistema de calibração das produções de culturas em relação aos fatores edáficos, climáticos, de manejo e nutricionais.

A utilização da diagnose fisiológica ampliou no início da década de 70, para culturas anuais (milho) na África do Sul (Beaufils, 1971). Beaufils formulou uma revisão em sua técnica e anunciou o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação em 1973, em substituição à Diagnose Fisiológica (Beaufils, 1973).

Vários trabalhos foram publicados comparando o método DRIS com o método das faixas de concentração ou níveis críticos. O potencial de utilização deste sistema foi demonstrado em trabalhos realizados com seringueira (Beaufils, 1973), cana-de-açúcar (Sumner & Beaufils, 1975; Beaufils & Sumner, 1976, 1977; Jones & Bowen, 1981; Orlando Filho, 1983; Elwali & Gascho, 1984; Reis Jr. & Monnerat, 2003a; Reis Jr. & Monnerat, 2003b;), milho (Sumner, 1977b), batata (Sumner, 1979), soja (Sumner, 1977a; Hanson, 1981; Beverly et al., 1986; Beverly, 1987a; Evanylo et al., 1987; Leandro, 1998; Harger et al., 2003; Maeda et al., 2003), café (Silva et al., 2003; Partelli et al., 2005; Partelli et al., 2006), uva (Terra et al., 2003), côco (Santos et al., 2004), pimenta-do-reino (Oliveira & Takamatsu, 2004), capim-braquiária (Silveira et al., 2005), arroz (Martins et al., 2005), maçã (Nachtigall & Dechen, 2007) e algodão (Martins et al., 1999; Silva, 2006; Silva et al., 2007; Valdameri & Pouyú-Rojas, 2008; Serra et al., 2008; Kurihara et al., 2008, Morais, 2008).

Várias foram as revisões que elucidaram a metodologia do DRIS como método de diagnóstico do estado nutricional de plantas, relacionando normas para o cálculo dos índices primários para várias culturas Kelling & Schulte (1986), Walmorth & Sumner (1987), Sumner (1990), Beverly (1991), Hallmark & Bervely (1991) e Jones et al. (1991). Posteriormente, foram propostas modificações no método original para melhorar a precisão do diagnóstico (Jones, 1981; Elwali & Gascho, 1984; Beverly, 1987a, 1987b; Alvarez & Leite, 1992).

Zambello Júnior & Orlando Filho (1980) aplicaram pela primeira vez no Brasil, a metodologia do DRIS para a cultura da cana-de-açúcar. Hanson (1981) utilizou-se deste método para interpretar experimentos de soja, na Região Sul do Brasil. Desde então, vários trabalhos têm sido publicados na literatura nacional sobre o sistema DRIS (Bataglia & Dechen, 1986; Malavolta et al., 1989; Bataglia & Santos, 1990; Raij, 1991; Lopes & Carvalho, 1991; Oliveira, 1993; Oliveira & Souza, 1993; Leandro, 1998; Malavolta, 2006).

Oliveira (1993) e Oliveira & Souza (1993) relatam o potencial do DRIS na obtenção de níveis de suficiência no solo e/ou na folha para culturas como soja, milho, citrus e cana-de-açúcar no Brasil. Moraes (2008) espelhando-se em Oliveira (1993), também obteve níveis de suficiência para a cultura do algodão através do DRIS para as análises de terra e folha no Estado de Goiás. Serra et al. (2008) também obtiveram níveis de suficiência para cultura do algodão para análises foliares, mas no município de São Desidério, Estado da Bahia, enquanto Kurihara et al. (2008) apresentaram os níveis de suficiência para a cultura nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

As últimas tendências nas publicações internacionais é a comparação do método DRIS (bivariado) com métodos de diagnósticos que envolvem relações multivariadas (Parent et al. 1993; Zhong & Hsiung, 1993; Parent et al., 1994; Khiari et al., 2001; Silva et al., 2004).

2.3.2.2 Princípio do método

O DRIS é um método de diagnóstico do estado nutricional de plantas, pelo qual os nutrientes não são considerados pelos seus teores individuais (análises univariadas) mas sim, pelas relações binárias (análises bivariadas).

O uso de relações entre vários nutrientes dá maior segurança às interpretações individuais dos nutrientes. O método não indica se determinado nutriente encontra-se em concentração de toxidez ou deficiência, mas qual o nutriente mais limitante e a ordem de limitação dos nutrientes. Sua aplicação envolve três fases: a) obtenção das normas; b) cálculo e interpretação dos índices DRIS e c) validação dos resultados.

2.3.2.2.1 *Obtenção das normas*

O primeiro passo para a utilização do sistema é a criação de um banco de dados que apresente uma quantidade substancial de dados básicos como: análise foliar, análise de terra e produtividade, a fim de que sejam estabelecidas normas ou padrões. As normas são valores médios de teores de nutrientes e das relações desses nutrientes, com as respectivas variâncias, para um grande número de casos, representando culturas em boas condições nutricionais (Beaulfis, 1971, 1973; Walworth & Sumner, 1987; Malavolta et al., 1989; Raij, 1991).

Alguns artigos atestam que a melhor utilização do método pode ser conseguida pelo aumento considerável do número de amostras (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987; Sumner, 1979; Letsch & Sumner, 1984; Hallmark et al., 1990a, 1990b). Entretanto, Walworth et al. (1988), Hallmark et al. (1987) obtiveram bons diagnósticos de problemas nutricionais utilizando bases de dados mais restritas.

A particularização da população de referência quanto às condições edafoclimáticas, material genético, época de amostragem e parte da planta amostrada, é outro artifício empregado (Beaufils, 1973). Ao particularizar a base de dados restringe-se a aplicação do DRIS, esta medida pode constituir um refinamento importante para melhorar a precisão do diagnóstico, dentro das mesmas condições de restrição.

A base de dados pode ser obtida tanto em experimentos de adubação como em áreas comerciais. Quando se emprega esse tipo de dado, a distribuição dos valores geralmente não segue a distribuição normal. Para normalizar a distribuição, Beaufils (1973) propôs a divisão da base de dados em dois subgrupos, um de alta produtividade e outro de baixa produtividade. Os valores das concentrações e as relações entre concentrações dos nutrientes para o subgrupo mais produtivo permanecem normalmente distribuídos, e são utilizados como referência no estabelecimento dos padrões do DRIS. A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada subgrupo são calculados para todas as relações de nutrientes possíveis (Beaufils, 1971, 1973).

2.3.2.2.2 Cálculo e interpretação dos índices

No princípio, a diagnose era realizada mediante setas num diagrama interpretativo (Beaufils, 1957, 1971), no qual eram representadas a zona de equilíbrio (média mais $2/3$ do desvio padrão, representadas pelas setas horizontais), a zona de desequilíbrio moderado (faixa compreendida entre $2/3$ e $4/3$ do desvio padrão, representadas por setas inclinadas) e a zona de notável desequilíbrio (faixa externa a $4/3$ do desvio padrão, representadas por setas verticais). Um dos inconvenientes do uso do diagrama é a dificuldade de representar espacialmente quando empregam-se vários nutrientes (Sumner, 1979).

O índice DRIS de um nutriente é a média aritmética das funções reduzidas dos quocientes do teor deste nutriente em relação aos teores dos demais nutrientes determinados na análise foliar ou análise de terra. No cálculo do índice, as relações

normais reduzidas têm valores positivos, se o nutriente estiver no numerador, negativos, se estiver no denominador, e zero, na ausência deste.

É possível estabelecer em ordem decrescente, aqueles nutrientes que são mais limitantes, pelo índice DRIS. Valores negativos indicam deficiência do elemento em relação aos demais; valores positivos, excesso; e quanto mais próximo de zero estiverem esses índices, maior será o equilíbrio nutricional da planta.

Segundo Beaufils (1973), as relações diretas ou inversas entre dois nutrientes a serem empregadas no cálculo do índice são as que apresentam maior relação de variância entre os dois subgrupos (variância do subgrupo de baixa produtividade, sob variância do subgrupo de alta produtividade).

No cálculo das funções reduzidas o autor impõe restrições quando a relação na amostra é maior ou menor que a média da população. Quando a relação de nutrientes da amostra a ser interpretada é maior que a relação de nutrientes da população de alta produtividade, a função normal reduzida dos teores de dois nutrientes é calculada pela fórmula de distribuição de Z, modificada por $Kt/100$. O Kt é o coeficiente de sensibilidade que tem valor arbitrário, que normalmente assume o valor de 100, 500 ou 1.000 (Beaufils, 1973; Sumner, 1977a; Walworth & Sumner, 1987; Alvarez & Leite, 1992). Quando a relação de nutrientes da amostra a ser interpretada é menor que a relação de nutrientes da população de alta produtividade, a função normal reduzida dos teores de dois nutrientes é calculada pela estatística Z multiplicada $Kt.a/b/100.A/B$.

A estatística Z é multiplicada por um fator $Kt.a/b/100.A/B$, pois quando os valores da função Z assumem valores negativos, quanto mais distante de zero estiverem (mais negativos) tanto maiores são os desvios devido à tendência assimétrica que essa função assume em tal posição. A modificação corrige essas distorções.

As diversas funções são ponderadas pela recíproca dos coeficientes de variação das respectivas populações de referência (alta produtividade). Walworth & Sumner (1987) asseguram que o coeficiente de variação pondera a variabilidade do subgrupo de alta produtividade. Quanto menor a base de dados, maior é o coeficiente de variação e, por conseguinte, menor a capacidade de discriminação do estado nutricional da cultura.

Embora a escala seja contínua e o estado nutricional equilibrado tenha valor igual a zero, a literatura mostra que há controvérsias a respeito. O melhor balanço nutricional, para Kelling & Schulte (1986), está situado na faixa de -15 a + 15; para Escano

et al. (1981), entre -1,0 e +1,5, e para Soltanpour et al. (1995), de -7 a +7. Bell et al. (1995), utilizando o DRIS-M para a diagnose do estado nutricional da soja para os nutrientes P, K, Mn e Zn, consideraram como deficiente quando os índices foram menores que 18, 0, 0 e -19, respectivamente.

A soma, em módulo, dos índices indica o Índice de Balanço Nutricional (IBN). Quanto menor for o IBN, mais próxima a amostra estará do equilíbrio nutricional (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987).

2.3.2.2.3 Validação dos resultados

A precisão do método DRIS, no diagnóstico de problemas nutricionais pode ser mensurada, utilizando-se amostras com reconhecidos problemas nutricionais (Bataglia & Santos, 1990), ou em experimentos fatoriais com diferentes doses dos nutrientes (Beverly et al., 1986; Hallmark et al., 1987).

O diagnóstico de deficiências em plantas de alta produtividade é um dos principais problemas do método DRIS. Para solucionar este problema e melhorar a precisão de diagnóstico várias modificações nos procedimentos de cálculo dos índices têm sido propostas. Estas modificações propostas podem ser reunidas nos seguintes grupos: modificações no cálculo dos índices DRIS; modificações no cálculo das funções reduzidas; modificações na base de dados; e modificações na interpretação dos índices.

Alvarez & Leite (1992) recomendam o uso da média das relações direta e inversa no cálculo do índice DRIS. Os autores relatam que, quando utilizam-se as relações diretas, os resultados obtidos nem sempre são semelhantes àqueles encontrados quando empregam-se as relações inversas. Tais diferenças são mais acentuadas quanto mais as relações observadas nas amostras se afastam da média.

2.3.2.3 Aplicação do DRIS na cultura do algodão na região Centro-Oeste

Existem poucos trabalhos na literatura a respeito da aplicação do DRIS na cultura do algodão. Entretanto, encontram-se algumas pesquisas na região Centro Oeste do Brasil.

Silva (2006) estabeleceu normas DRIS a partir de 152 amostras de folhas coletadas no período correspondente a duas safras (2000/01 a 2002/03), em talhões

comerciais dos municípios Costa Rica do Estado do Mato Grosso do Sul e Diamantino e Sapezal do Estado do Mato Grosso.

Esse autor calculou as relações envolvendo os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn para uma produtividade de 4.500 kg ha⁻¹. E, ainda testou dois métodos de escolha da relação a ser utilizada e dois métodos de cálculos das funções DRIS uma proposta originalmente por Beaufils (1973) e a outra sua modificação, proposta por Elwali e Gasho (1984). Ele verificou que a diferença entre os dois métodos de cálculo era pequena, uma vez que o coeficiente de determinação variou de 0,73 para 0,75; logo, não foi possível indicar um método superior para a diagnose nutricional do algodoeiro.

Valdameri & Pouyú-Rojas (2008) também estabeleceram padrões de referência DRIS para cultura do algodão no Estado do Mato Grosso. As informações do monitoramento nutricional foram oriundas de 192 talhões comerciais, durante a safra 2004/2005, nas regiões de Serra da Petrovina, Itiquira, Primavera do Leste, Campo Verde e Médio Norte. Esses autores ainda realizaram o diagnóstico do estado nutricional pelo DRIS e faixas de suficiência, para cada região, e identificando os nutrientes mais limitantes. Os resultados variaram, notavelmente, entre as diferentes regiões estudadas, mostrando que adubação, manejo e clima são fatores que afetam de forma significativa à nutrição e conseqüentemente a produção da cultura.

Ainda segundo os autores, o teor do nutriente Zn apresentou divergência entre os métodos de interpretação. A maior parte dos resultados de Zn nas amostras estava acima da Faixa de Suficiência. Enquanto que, pelo DRIS houve mais resultados deficientes, indicando que o nutriente precisa ser mais estudado. O DRIS também indicou os nutrientes Fe e Mn com alta frequência de deficiência nas amostras.

Martins et al. (1999) selecionaram 400 amostras para compor a população de referência e geraram normas DRIS para o Algodoeiro em lavouras comerciais dos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A produtividade fixada foi de 4.016 kg ha⁻¹ de algodão em caroço, durante a safra de 1998/99. Os autores observaram que os nutrientes mais limitantes a produção foram o P, o S e o B. Contudo, a intensidade de limitação foi indicada como baixa, de acordo com os índices DRIS; e se fosse levado em conta o IBN, as plantas poderiam ser considerada como nutricionalmente equilibrada.

Kurihara et al. (2008) estabeleceram os teores adequados de nutrientes para algodoeiro, por meio do ajuste de um modelo de regressão para o teor foliar em função do índice DRIS. As amostras de folhas de algodão foram coletas em 447 talhões de lavouras,

em doze municípios de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso no período entre 1998/99 e 2004/2005.

A partir dos modelos de regressão ajustados, os autores calcularam as faixas de suficiência para a interpretação dos resultados das análises de folhas, 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.

Kurihara et al. (2008) constaram que, exceto para N, K e B, as amplitudes das faixas de teores considerados adequados para o algodoeiro pelo DRIS tendem a ser inferiores àqueles sugeridos por Silva et al. (1995) para a interpretação das análises foliares pelas faixas de concentração. Esta diferença é mais pronunciada para os micronutrientes Cu, Fe e Mn.

Morais (2008) também estabeleceu faixas de suficiência para interpretação dos resultados de análise foliar, análises química e física de terra em 203 parcelas através do método DRIS para o Estado de Goiás em áreas comerciais nos municípios de Acreúna, Ipameri, Montividiu, Morrinhos, Santa Helena de Goiás e Silvânia e procurou enfatizar diferentes sistemas de preparo do solo.

De acordo com a autora os critérios de interpretação podem ser utilizados para monitorar a qualidade das áreas de produção de algodão na região do Cerrado goiano, auxiliando a tomada de decisões em propriedades rurais por meio de determinações rotineiras e de baixo custo de análises laboratoriais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

O presente trabalho foi realizado no ano agrícola de 2007/08, em área comercial no município de Silvânia, Goiás, localizada pela latitude 16° 29' 21'' S e longitude 48° 22' 32'' W. Os pontos de amostragem foram demarcados formando glebas de aproximadamente 0,25 ha, a fim de manter a boa uniformidade, principalmente quanto à topografia e ao tipo de solo.

Foram demarcados 108 pontos de amostragem para a realização de coletas de amostras de terra, de folha e, posteriormente, da produção. Após a amostragem, foram realizadas análises de folha e terra e a avaliação da produtividade. Os resultados obtidos foram utilizados para compor um banco de dados com 108 observações de análises de folha e terra com as suas respectivas produtividades. Na Figura 1 é apresentada a área de estudo com a cultura do algodão.



Figura 1. Foto aérea da área plantada com a cultura do algodão em área comercial no município de Silvânia, GO, safra de 2007/08.

3.2 MANEJO DA CULTURA

De acordo com o levantamento realizado na fazenda, a cultura do algodão foi implantada dentro de um sistema de cultivo rotacionado com soja e milho sob plantio semidireto. Na safra de 2006/07 foi plantada cultura da soja, e após a colheita cultivou-se o milho. Na safra de realização desse estudo (2007/08), o plantio do algodão foi realizado entre os dias 7 e 9 de dezembro de 2007. As cultivares plantadas foram a Fibermax 966 e 993 e Delta Opal, com uma densidade populacional de 133.333 mil plantas por hectare, sendo o espaçamento de 0,90 m entre linhas de plantio.

Para controlar o crescimento da cultura foi utilizado o regulador cloreto de cloromequat na dosagem de 0,21 L com quatro aplicações, e na época próxima a colheita utilizou-se maturadores e desfolhantes. Na Tabela 1 estão relacionados os principais insumos utilizados na cultura para facilitar a interpretação dos resultados obtidos das análises de terra e folha.

Tabela 1. Fertilizantes e produtos fitossanitários utilizados na cultura do algodão durante a safra de 2007/2008 na Fazenda Cedro, município de Silvânia, GO.

Fertilizantes	Quantidade	Unidade	Aplicação ¹
Calcário dolomítico	1,50	Mg ha ⁻¹	60 dias Pré
Gesso	500	kg ha ⁻¹	60 dias Pré
Formulação 08-30-10	400	kg ha ⁻¹	Plantio
KCl 58 % K ₂ O	150	kg ha ⁻¹	27 dias Pós
Uréia 45 % N	125 (2 x)	kg ha ⁻¹	27 e 37 dias Pós
Aplicações Foliaves			
Mn 11 %	1,00	L ha ⁻¹	30 dias Pós
Quimifol P30 (5 % N e 13,1 % P ₂ O ₅)	2,00	L ha ⁻¹	45 dias Pós
Mg 8 %	1,00	L ha ⁻¹	45 dias Pós
CaB II 10 % Ca e 2 % B	2,00	L ha ⁻¹	55 dias Pós
Boro L	1,00	L ha ⁻¹	70 dias Pós
Boro Completo	1,00	kg ha ⁻¹	85 dias Pós
Produtos fitossanitários			
Glifosato 48 %	3,00	L ha ⁻¹	20 dias Pré
2,4 D Amina 80,6 %	0,50	L ha ⁻¹	20 dias Pré
Óleo Mineral 75 %	0,50	L ha ⁻¹	20 dias Pré
Dietholate 50 %	0,17	kg ha ⁻¹	Plantio
Polímero	0,06	L ha ⁻¹	Plantio
Clomazone 50 %	2,00	L ha ⁻¹	Plantio
Diuron 50 %	2,00	L ha ⁻¹	Plantio
Paraquat 20 % + Diuron 10 %	0,60	L ha ⁻¹	Plantio
Espalhante adesivo (etilenox 20 %)	0,20	L ha ⁻¹	Plantio

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Produtos fitossanitários	Quantidade/ha¹	Unidade	Aplicação²
Cletodim 5 %	1,20	L ha ⁻¹	50 dias Pós
Óleo Mineral 75 %	0,30	L ha ⁻¹	50 dias pós
Pyriithiobac 28 %	0,16 (2 x)	L ha ⁻¹	15 e 25 dias Pós
Trifloxysulfuron sodium 75 %	0,002	kg ha ⁻¹	25 dias Pós
Óleo mineral 76 %	0,50 (2 x)	L ha ⁻¹	15 e 25 dias Pós
Fipronil 20 %	0,025	L ha ⁻¹	Plantio
Carfentrazone-etílica 40 %	0,03	L ha ⁻¹	60 dias Pós
Flumioxazin 50 %	0,05	L ha ⁻¹	60 dias Pós
Óleo Mineral 75 %	0,50	L ha ⁻¹	70 dias Pós
Cyproconazole 8 %+Azoxystrobin 20 %	0,30	L ha ⁻¹	55 dias Pós
Tebuconazole 20 %+Trifloxystrobin 10 %	0,50	L ha ⁻¹	75 dias Pós
Propiconazole 25 %+Cyproconazole 8 %	0,30	L ha ⁻¹	110 dias Pós
Espalhante adesivo 20 %	0,10	L ha ⁻¹	15 dias Pós
Cartap 50 %	0,40	kg ha ⁻¹	20 dias Pós
Acetamiprid 20 %	0,15	kg ha ⁻¹	30 dias Pós
Endosulfan 35 %	2,00	L ha ⁻¹	40 dias Pós
Bacillus thuringiensis 54 %	0,40	L ha ⁻¹	40 dias Pós
Lufenuron 5 %	0,35	L ha ⁻¹	40 dias Pós
Fenpropathrin 30 %	0,40	L ha ⁻¹	60 dias Pós
Zeta-cypermethrin 20 %	0,25	L ha ⁻¹	80 dias Pós
Carbosulfan 40 %	0,45	L ha ⁻¹	80 dias Pós
Spinosad 48 %	0,10	L ha ⁻¹	80 dias Pós
Triflumuron 48 %	0,12	L ha ⁻¹	80 dias Pós
Parathion methyl 60 %	1,00	L ha ⁻¹	90 dias Pós
Thiodicarb 80 %	0,30	L ha ⁻¹	90 dias Pós
Diafentiuron 50 %	0,76 (2 x)	kg ha ⁻¹	70 e 110 dias Pós
Etofenprox 30 %	0,40	L ha ⁻¹	100 dias Pós
Bifenthrin 10 %	0,25	L ha ⁻¹	100 dias Pós
Beta-cyfluthrin 12,5 %	0,10	L ha ⁻¹	110 dias Pós
Thiamethoxam 25 %	0,17	kg ha ⁻¹	-
Imidacloprid 20 %	0,50	L ha ⁻¹	-
Lambdacyhalothrin 25 %	0,12	L ha ⁻¹	-

¹Refere-se a quantidade de produto aplicado em 1 hectare, e a expressão (2x) indicada que a quantidade foi aplicada 2 vezes, uma em cada época de aplicação; ²Refere-se à época em que foi aplicado o produto, sendo Pré - Pré-plantio e Pós - Pós-plantio; (-) não informado a época.

3.3 COLETAS DE DADOS E ANÁLISES

3.3.1 Amostragem e análise química de terra

A coleta de amostras de terra em cada ponto de amostragem foi feita com trado tipo “holandês” nas entrelinhas de plantio, na profundidade de 0-20 cm, na época de florescimento (90 dias após o plantio). As amostragens foram feitas ao redor de cada ponto demarcado, percorrendo a área em zigue zague, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997). Foram retiradas seis subamostras por ponto e em seguida foram

colocadas em balde para serem homogeneizadas, e depois retirou-se cerca de 400 g de terra para compor uma amostra composta (Figura 2).

Cada uma das 108 amostras compostas foi individualizada em saco plástico próprio, etiquetada, mantida à sombra, e posteriormente encaminhada para o Laboratório de Análise de Solo e Foliar (LASF) da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), onde foram analisadas.

No laboratório, as amostras foram colocadas para secar à sombra e em seguida destorroadas e peneiradas em uma peneira de arame de malha de 2,0 mm de diâmetro para separar partículas mais grossas, como proposto por Resende et al. (1995). A partir desse procedimento chegou-se terra fina seca ao ar que foi utilizada para a realização das análises de químicas.



Figura 2. Procedimento da coleta de amostras de terra na área plantada com a cultura do algodão em área comercial no município de Silvânia, GO, safra de 2007/08.

As análises químicas foram realizadas segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997), para matéria orgânica, pH em CaCl_2 , P (extraído pelo Mehlich-1), K^+ (extraído pelo Mehlich-1); Ca^{+2} (extraído pelo KCl 1 mol/L), Mg^{+2} (extraído pelo KCl 1 mol/L), Al^{+3} (extraído pelo KCl 1 mol/L), H + Al (determinado pelo tampão SMP) e argila (método do densímetro). Para os teores de Cu, Fe, Mn e Zn foi empregado o extrator Mehlich-1. O B no solo foi extraído com água quente e o S com fosfato de cálcio. O Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O K por fotometria de chama. O P por colorimetria. O pH e H+Al foram determinados por potenciometria e o Al por volumetria.

3.3.2 Amostragem e análise foliar

As folhas para análise foram coletadas segundo metodologia proposta por Malavolta (1997). Coletou-se a quinta folha a partir do ápice da haste principal, durante o pleno florescimento (Malavolta, 1997). Em cada um dos pontos de amostragem foram retiradas dez folhas, sendo uma de cada planta para compor uma amostra composta.

Cada amostra composta foi embalada em saco de papel, etiquetada e transportada para o LASF/EA/UFG. O material foi colocado para secar em uma estufa de ventilação forçada a 65°, em seguida foi triturado em moinho de aço do tipo Wiley e armazenada em saquinhos de papel. Este material foi digerido por ácidos para a obtenção de um extrato em que determinou-se os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn segundo metodologia descrita por Bataglia et al. (1978).

3.3.3 Avaliação da produtividade

Para avaliar a produtividade da cultura em cada ponto de amostragem, após a maturação fisiológica, foram tomadas duas linhas de 5 m de plantio, colhendo-se as plumas de algodão (Figura 3). A produção em cada ponto foi individualizada em sacos e levada para o LASF/EA/UFG, onde foi pesada e a produtividade foi estimada com base em 1 hectare.

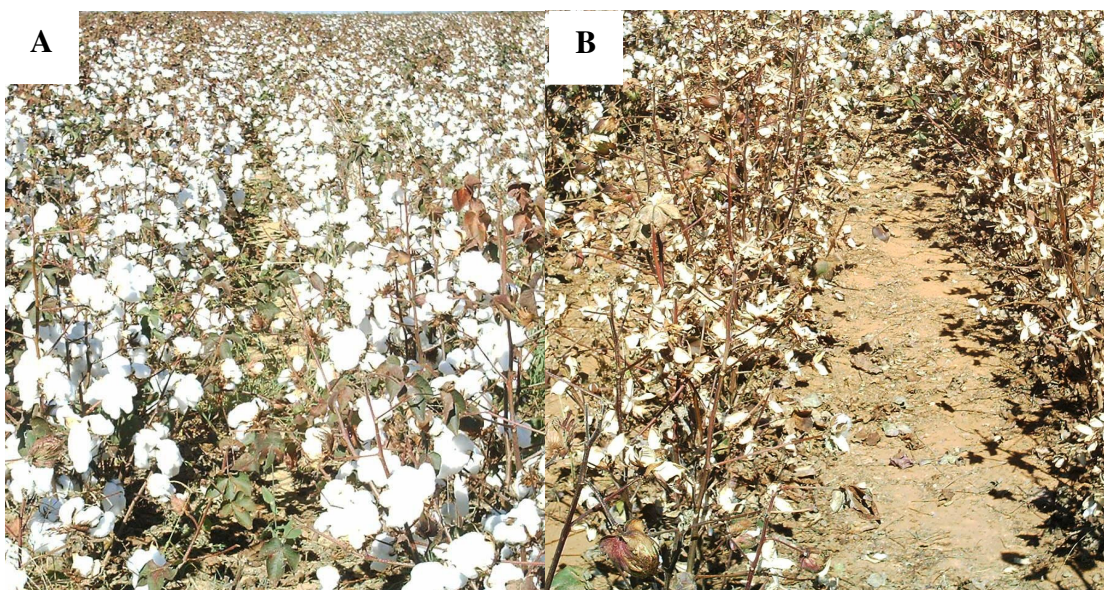


Figura 3. Lavoura na época da coleta da produção da cultura do algodão na área comercial no município de Silvânia, GO, safra de 2007/08. O lado direito (A) é a lavoura antes da colheita das duas linhas de 5 m e o lado esquerdo (B) é a lavouras após a colheita.

3.4 CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES DE TERRA E DE FOLHA

3.4.1 Método das faixas de concentração ou níveis críticos

Neste método de interpretação foram consideradas as 108 observações do banco de dados tanto para análise foliar como para análise de terra. A análise foliar foi interpretada pelas faixas de concentração segundo critérios propostos por Silva et al. (1995) e Malavolta (2006), conforme a Tabela 2.

Já a interpretação da análise de terra foi realizada conforme as classes de interpretação recomendadas para o Estado de Goiás (Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás, 1998) e também pelas classes propostas por Sousa & Lobato (2004) para os solos do Cerrado (Tabela 3).

Tabela 2. Níveis adequados de nutrientes na matéria seca de folhas de algodoeiro, no período de florescimento para interpretação de análise foliar.

Variável	Autores ¹	
	A	B
N (g kg ⁻¹)	35,0- 43,0	45,0-50,0
P (g kg ⁻¹)	2,5-4,0	2,5-4,0
K (g kg ⁻¹)	15,0-25,0	21,0-24,0
Ca (g kg ⁻¹)	20,0-35,0	30,0-35,0
Mg (g kg ⁻¹)	3,0-8,0	4,0-5,0
S (g kg ⁻¹)	4,0-8,0	5,0-6,0
B (mg kg ⁻¹)	30,0-50,0	40,0-50,0
Cu (mg kg ⁻¹)	5,0-25,0	8,0-10,0
Fe (mg kg ⁻¹)	40,0-250,0	100,0-150,0
Mn (mg kg ⁻¹)	25,0-300,0	60,0-70,0
Zn (mg kg ⁻¹)	25,0-200,0	25,0-65,0

¹A: Silva et al. (1995); B: Malavolta (2006)

Tabela 3. Classes de interpretação para P Mehlich-1, matéria orgânica (MO), pH, K, Ca, Mg, CTC, V %, M %, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise de terra.

Variável	Classes de Interpretação				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Adequada	Alta
P (mg dm ⁻³) ¹	0,0-3,0	3,1-5,0	5,1-8,0	8,1-12,0	>12,0
P (mg dm ⁻³) ²	0,0-3,0	3,1-6,0	6,1-8,0	-	>8,0
MO (g dm ⁻³) ¹	-	<24,0	24,0-30,0	31,0-45,0	>45,0
pH (CaCl ₂) ¹	-	<4,4	4,4-4,8	4,9-5,5	>5,5
K (mg dm ⁻³) ¹	-	<26,0	26,0-50,0	51,0-80,0	>80,0
K (mg dm ⁻³) ²	-	<25,0	25,0-50,0	-	>50,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<1,5	1,5-7,0	-	>7,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ²	-	<2,0	2,0-5,0	-	>5,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<0,5	0,5-2,0	-	>2,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ²	-	<0,4	0,4-1,2	-	>1,2
CTC Total (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	<7,2	7,2-9,0	9,1-13	>13,0
V % ¹	-	<20,0	20,0-35,0	36,0-60,0	>60,0
S (mg dm ⁻³) ¹	-	<4,0	4,0-9,0	-	>10,0
B (mg dm ⁻³) ¹	-	<0,2	0,2-0,5	-	>0,5
Cu (mg dm ⁻³) ¹	-	<0,4	0,4-0,8	-	>0,8
Fe (mg dm ⁻³) ¹	-	<0,5	0,5-12,0	-	>12,0
Mn (mg dm ⁻³) ¹	-	<2,0	2,0-5,0	-	>5,0
Zn (mg dm ⁻³) ¹	-	<1,0	1,0-1,6	-	>1,6

¹ Sousa & Lobato (2004); ² Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988); Teor MO, P, Ca, Mg, K e CTC estão de acordo com a textura, teor de argila maior que 400 g kg⁻¹; Teor de K de acordo com a CTC maior que 4 cmol_c dm⁻³ a pH 7,0.

3.4.2 Método DRIS

O banco de dados composto por 108 observações de análises de folha e de terra foi dividido em dois subgrupos, de acordo com o critério de produtividade (Beaufils, 1973 e Malavolta et al., 1989). Um subgrupo ficou com produtividade acima de 4.000 kg ha⁻¹ e o outro com produtividade abaixo de 4.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço. Este valor de produtividade para divisão dos grupos foi baseado na média de produtividade do Estado de Goiás na safra de 2007/08. O subgrupo com produtividade acima de 4.000 kg ha⁻¹ ficou composto por 85 observações para cada tipo de análise (terra e folha).

Após a divisão dos subgrupos, foi realizado o teste de normalidade nos grupos pelo teste de Shapiro-Wilk (Hardison et al., 1983).

3.4.2.1 Obtenção das normas

Para cada subgrupo foi calculada a média, o coeficiente de variação e a variância para todas as relações possíveis das variáveis da análise de terra e de folha (Beaufils, 1971, 1973).

A partir desses cálculos foi possível estabelecer as normas ou padrões, que são valores médios das concentrações dos nutrientes, com suas respectivas variâncias, representando culturas de boas condições nutricionais (Beaufils, 1971, 1973; Walworth & Sumner, 1987; Malavolta et al., 1989 e Rajj, 1991). As normas DRIS foram obtidas para o subgrupo de maior produtividade, denominada população referência, totalizando 85 normas para cada tipo de análise (terra e folha).

Ainda neste trabalho, as normas obtidas para a cultura do algodão no município de Silvânia, GO, foram comparadas com normas publicadas pelos autores Silva (2006) e Morais (2008).

3.4.2.2 Cálculo dos índices DRIS

Para o cálculo dos índices DRIS, utilizou-se todas as relações entre os teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn obtidas pela análise foliar e para análise de terra foram empregadas as relações entre as variáveis MO, P, K, Ca, Mg, CTC, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Os índices foram calculados, adotando-se como padrão ou norma a população de referência com produtividade maior que 4.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço. Essa população de referência foi obtida através das normas desse trabalho acrescidas das normas, também maiores que 4.000 kg ha⁻¹, do banco de dados do Setor de Solos da EA/UFG.

O procedimento utilizado para o cálculo dos índices DRIS foi 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 ou pela análise de terra; n – 1 é o número de relações possíveis.

Antes da comparação propriamente dita das relações das variáveis (amostra vs. padrão) é necessário transformar os dados das relações através das funções reduzidas. As funções reduzidas foram calculadas pelo procedimento de Beaufils (1971, 1973) e Oliveira (1998), conforme descrito pelas equações 2 e 3 que levam em consideração se amostra é maior ou menor que o padrão ou população de referência.

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

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

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 foi utilizado o valor 100.

3.4.2.3 Interpretação dos índices DRIS

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 um excesso e, quando mais próximos de zero estiverem esses índices, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional.

Além do procedimento padrão, também foi feita a interpretação baseado no procedimento proposto por Leandro (1998). Para esse autor a interpretação é feita considerando a porcentagem de ocorrência de limitação total (avaliando-se todas as variáveis com índices negativos de cada ponto de amostragem). A porcentagem de ocorrência de limitação total nesse trabalho seria equivalente à classe baixa das faixas de concentração ou níveis críticos, e quando houver a classe muito baixa, seria a soma das classes.

Obteve-se também a porcentagem de ocorrência na primeira, segunda e terceira ordem que correspondem ao primeiro, segundo, e terceiro índice mais negativo, respectivamente, em cada ponto de amostragem. Em seguida calculou-se média das três ordens.

3.4.2.4 Cálculo do Índice de Balanço de Nutricional (IBN)

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

3.4.2.5 Faixas de suficiência

Foram calculados os ajustes de equações polinomiais entre os teores dos nutrientes (variável independente - Y), e os índices DRIS (variável dependente - X) nas

análises de terra e de folha. Com essas equações de ajuste obteve-se o nível de suficiência regional (NSR) para cada variável das análises (Oliveira & Souza, 1988; Oliveira, 1993).

As faixas consideradas adequadas ou suficientes foram calculadas com base nos NSR mais os desvios padrão (DP) da população mais produtiva ou de referência. Os NSR foram considerados os limites inferiores da faixa de suficiência e os NSR + os DP, o limite superior.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O banco de dados com as 108 observações de análise foliar e de terra foi submetido à análise univariada, calculando-se médias, valores mínimos e máximos, desvio padrão e coeficientes de variação. Realizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição da normalidade da população do banco, também foram feitas correlações de Pearson entre as variáveis tanto da análise foliar como da análise de terra.

Mais especificamente para o método DRIS, realizou a regressão entre variáveis tanto da análise foliar como da análise de terra. Para a comparação das normas DRIS obtidas neste trabalho com as normas DRIS obtidas por outros autores, utilizou o teste F para a análise de variâncias. O programa estatístico utilizado neste trabalho foi o Statistical Analysis System – SAS (Freund & Little, 1981).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INTERPRETAÇÃO PELO MÉTODO DAS FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO OU NÍVEIS CRÍTICOS

4.1.1 Análise foliar e produtividade

A produtividade média obtida, 4.557,57 kg ha⁻¹ de algodão em caroço, foi superior ao rendimento médio do Brasil na safra de 2007/08 e está acima da média para o estado de Goiás (Tabela 4). Estes resultados confirmam que na área comercial, localizada no município de Silvânia, foram empregadas técnicas de manejo adequadas.

A menor produtividade foi de 2.999,97 kg ha⁻¹, e não é considerada muito baixa comparando-a em relação a média estadual. Pode ter sido o reflexo de alguns pontos de amostragem que posteriormente apresentaram problemas com erosão. A maior produtividade foi de 6.444,38 kg ha⁻¹, que é considerada muito alta para cultura de algodão nas condições de Cerrado. Tal produtividade é mais comum em trabalhos de pesquisa (Carvalho et al. 2007). Esta alta produtividade atesta que o material genético das cultivares tem um alto potencial para a produção de algodão, desde que sejam maximizados os fatores de produção.

Observa-se, porém, que, segundo os níveis adequados propostos por Silva et al. (1995) e Malavolta (2006), os valores médios dos nutrientes K (13,82 g kg⁻¹), S (2,13 g kg⁻¹) e Zn (19,95 g kg⁻¹) estão muito abaixo dos níveis adequados considerado pelos autores. Já, o valor médio do Fe (296,59 mg kg⁻¹) está muito acima dos níveis adequados (Tabela 2).

As faixas de concentração propostas por Silva et al. (1995) tem uma amplitude maior que a de Malavolta (2006), permitindo considerar os valores médios dos nutrientes N (41,59 g kg⁻¹), Mg (5,40 g kg⁻¹), B (44,28 mg kg⁻¹), Cu (12,80 mg kg⁻¹) e Mn (157,55 mg kg⁻¹) dentro da faixa adequada. Dos níveis propostos por Malavolta (2006), apenas o teor de B enquadrou-se na faixa adequada e o teor de N ficou abaixo da faixa. Enquanto,

os nutrientes P (4,45 g kg⁻¹), Ca (35,77 g kg⁻¹), Mg (5,40 g kg⁻¹) e Cu (12,80 mg kg⁻¹) estão próximos dos níveis adequados.

Tabela 4. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para produtividade e nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 108 pontos de amostragem de folhas de algodoeiro no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)	Teste W ¹
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2999,97	6444,38	4557,57	14,73	0,98ns ²
N (g kg ⁻¹)	26,60	56,00	41,59	10,82	0,98ns
P (g kg ⁻¹)	3,41	5,62	4,45	12,42	0,95**
K (g kg ⁻¹)	10,60	21,40	13,82	17,26	0,92**
Ca (g kg ⁻¹)	24,00	69,00	35,77	21,75	0,92**
Mg (g kg ⁻¹)	2,00	8,00	5,40	24,51	0,94**
S (g kg ⁻¹)	0,66	3,09	2,13	26,99	0,92**
B (mg kg ⁻¹)	36,16	109,59	44,28	38,02	0,51**
Cu (mg kg ⁻¹)	8,00	17,00	12,80	18,72	0,94**
Fe (mg kg ⁻¹)	105,00	608,00	296,59	33,66	0,97ns
Mn (mg kg ⁻¹)	48,00	275,00	157,55	21,01	0,96**
Zn (mg kg ⁻¹)	14,70	26,40	19,95	11,35	0,98ns

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

Os maiores coeficientes de variação foram obtidos para os teores de Mg (24,51 %), S (26,99 %), B (38,02 %) e Fe (33,66 %). Os altos valores de coeficientes de variação são justificados por se tratar de uma propriedade com solos que apresentam parâmetros de fertilidade variado. Tal diversidade é importante para a obtenção de um banco de dados representativo para o DRIS (Walworth & Sumner, 1987; Hallmark et al., 1990b).

Os testes de Shapiro-Wilk, com exceção da produtividade e dos nutrientes N, Fe e Zn, foram significativos para todas as variáveis, indicando que existem desvios da distribuição normal.

O banco de dados para a utilização do DRIS exige a pressuposição da distribuição normal dos dados, o que leva à necessidade de excluir dados que provocam desvios (*outlier*). Contudo, tal artifício não melhorou a distribuição e optou-se por manter todas as observações.

Quanto à distribuição de frequência para as variáveis da análise foliar (Tabela 5), os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras abaixo dos níveis adequados descritos por Silva et al. (1995) foram o S (100 %), Zn (99,1 %) e K (67,6 %),

enquanto os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras acima dos níveis adequados foram P (80,6 %), Fe (66,7 %), Ca (34,3 %) e B (20,4 %).

Segundo critério de Malavolta (2006), os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras abaixo dos níveis adequados foram o S (100 %), K (99,1 %) e Zn (99,1 %), B (79,6 %), N (71,3 %) e Ca (23,1 %), enquanto que os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras acima dos níveis adequados foram o Mn (98,1 %), Fe (95,4 %), P (80,6 %), Cu (78,7 %), Mg (50,0 %), Ca (43,5 %) e B (20,4 %).

Tabela 5. Distribuição de frequência dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtida pela análise de foliar em 108 pontos de amostragem de folhas de algodoeiro no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Variável	Critério de Interpretação					
	Abaixo ¹	Adequado ¹	Acima ¹	Abaixo ²	Adequado ²	Acima ²
	-----%			-----%		
N (g kg ⁻¹)	1,9	63,8	34,3	71,3	25,0	3,7
P (g kg ⁻¹)	0,0	19,4	80,6	0,0	19,4	80,6
K (g kg ⁻¹)	67,6	32,4	0,0	99,1	0,9	0,0
Ca (g kg ⁻¹)	0,0	56,5	43,5	23,1	33,4	43,5
Mg (g kg ⁻¹)	1,9	98,1	0,0	6,5	43,5	50,0
S (g kg ⁻¹)	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
B (mg kg ⁻¹)	0,0	79,6	20,4	79,6	0,0	20,4
Cu (mg kg ⁻¹)	0,0	100	0,0	0,0	21,3	78,7
Fe (mg kg ⁻¹)	0,0	33,3	66,7	0,0	4,6	95,4
Mn (mg kg ⁻¹)	0,0	100	0,0	1,9	0,0	98,1
Zn (mg kg ⁻¹)	99,1	0,9	0,0	99,1	0,9	0,0

¹ Baseado nos níveis adequados descritos por Silva et al. (1995); ² Baseado nos níveis adequados descritos por Malavolta (2006)

Sabe-se que as variedades de algodão que estão hoje no mercado são bem mais produtivas e a tendência é serem mais exigentes em nutrientes. As faixas de concentração propostas pelos autores apresentam uma diferença de onze anos de uma para outra, e as concentrações dos nutrientes sofreram pouca alteração. De Silva et al. (1995) para Malavolta (2006), alguns nutrientes mostraram alterações apenas no limite inferior e o limite superior da faixa de concentração continuou o mesmo.

As faixas de interpretação proposta para micronutrientes por Malavolta (2006), ao contrário de Silva et al. (1995), para estes nutrientes são muito estreitas e acabam enquadrando a maioria das amostras na classe excessiva, principalmente para Mn, Cu e Fe.

Apesar das diferenças que existem entre classes de interpretação descritas pelos autores para determinado nutriente, observa-se que a maioria dos nutrientes obtidos pela

análise foliar e interpretados por essas faixas de concentração (Tabela 5), está limitante nesse estudo, revelando um acentuado desequilíbrio nutricional.

A ordem de limitação por deficiência dos nutrientes, de acordo com os adequados propostos por Silva et al. (1995) foi $S > Zn > K > N > Mg$, e, por excesso tem-se $P > Fe > Ca > N > B$. Já, pelos critérios de Malavolta (2006), a ordem de limitação por deficiência foi $S > Zn = K > B > N > Ca > Mg$, enquanto por excesso foi $Mn > Fe > P > Cu > Mg > Ca > B$.

O enxofre, assim como outros nutrientes, apresentam significativa importância no desenvolvimento das plantas, por fazer parte da constituição protéica, síntese de clorofila, formação de ferredoxina, entre outros constituintes (Alvarez et al., 2007). A deficiência de S e as respostas à aplicação de fertilizantes que contêm este nutriente tem sido relatada por vários autores (Miyasaka et al., 1964; Mascarenhas et al., 1967; Rehm, 2005; Yamada et al., 2007; Czycza et al., 2008).

As deficiências naturais de enxofre nos solos de Cerrado estão associadas à queima freqüente dessas áreas (Kamprath, 1973), ao cultivo intensivo por vários anos, com oxidação da matéria orgânica do solo e a utilização constante de fertilizantes concentrados à base de NPK, que não contenham S em sua composição (Lopes, 1984; Denck, et al., 2008). As altas precipitações também podem contribuir para lixiviação dos sulfatos para as camadas mais profundas, entretanto essa situação é mais agravante em solos arenosos (Frye & Kairuz, 1990).

Furlani Junior et al. (2001) verificaram que o enxofre ocupou o sexto lugar na marcha de absorção de nutrientes pelo algodoeiro e que apresenta fluxos definidos de extração de 38 a 68 e de 78 a 98 dias após a emergência.

A deficiência de S na área em estudo é intrigante, pois dois meses antes do plantio foi realizado uma gessagem, porém a aplicação foi feita de forma superficial, em vista do sistema de preparo do solo empregado.

Dos micronutrientes analisados, o Zn foi considerado o mais limitante por deficiência. Esse resultado corrobora com os dados de Lopes (1984), que observou que a maioria dos solos (79 %) sob Cerrado apresenta entre $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn. As condições de solo que provocam a deficiência desse micronutriente são o baixo teor de Zn e matéria orgânica no solo, a calagem excessiva ou mal feita, excessos de N, P, Ca, Mg, Cu, Fe e metais pesados e a alta intensidade luminosa (Malavolta & Kliemann, 1985).

Segundo Malavolta & Gorostiaga (1974), a calagem e a adubação fosfatada podem provocar deficiências de Zn por meio da diminuição da absorção do elemento provocada pelo P (inibição não competitiva), pelo menor transporte a longa distância, decorrente da precipitação no xilema como fosfato de Zn, pelo efeito da diluição do Zn na matéria seca e a insolubilização do Zn pelo calcário.

Em solo ácido, corrigido por calagem e adubação mineral, a omissão do Zn chegou a deprimir em 28 % a produção (McClung et al., 1961). Li et al. (1991), relataram que a aplicação de Zn a um solo com $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn (extraído com acetato de amônio) aumentou o crescimento e a produtividade do algodão, melhorando a absorção dos outros nutrientes e tornando a colheita mais precoce, por aumentar o florescimento e a frutificação inicial.

Foi realizada na área em estudo uma calagem na dose $1,50 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário, adubação de plantio e adubação foliar com fósforo. Na adubação de plantio foi utilizada a fórmula foi 08-30-10 na dose 400 kg ha^{-1} e na adubação foliar foi utilizado o produto Quimifol P30 com 13,1 % de P_2O_5 na dose de 2 L ha^{-1} (Tabela 1). Então, a possível causa de deficiência de Zn observada na análise foliar pode estar associada a calagem e a dose de P empregada que limitou a disponibilidade do Zn por insolubilização.

Os solos da região dos Cerrados, em sua condição naturais são ácidos e pobres em nutrientes (Lopes, 1984), e a reserva de potássio não é suficiente para suprir a quantidade extraída pela cultura do algodão por longos períodos. O algodoeiro para produzir 1.000 kg de algodão em caroço extrai elevadas quantidades de K do solo (43 kg ha^{-1} a 89 kg ha^{-1} de K_2O), porém exporta, relativamente, pequena quantidade (9 kg ha^{-1} a 27 kg ha^{-1} de K_2O) por meio da fibra e das sementes (Malavolta et al., 1979; Silva e Raij, 1996; Staut, 1996; Altmann & Pavinato, 2001; Benke et al., 2004; Ferreira et al., 2004).

Segundo Ferreira & Carvalho (2005), as maiores produtividades são obtidas quando os teores de K na folha situam-se entre 20 mg kg^{-1} a 25 mg kg^{-1} de matéria seca. Verifica-se nas análises que os teores de K nas folhas estão variando de $10,60 \text{ mg kg}^{-1}$ a $21,40 \text{ mg kg}^{-1}$, faixa que é considerada abaixo da adequada segundo os autores. Esse fato pode ser devido a uma deficiência tardia, que foi observada no período de máximo florescimento, por ocasião da amostragem.

A disponibilidade de K no solo pode ter sido suficiente até o pico do florescimento, porém como o acúmulo de matéria seca nos frutos fica mais intenso

após esta fase, e o suprimento não atendeu ao aumento da demanda, corroborando com as observações de Cassman (1993).

A deficiência tardia de K em algodoeiro tem ocorrido mesmo em solos com alto teor do nutriente, e são relacionados com: o uso de variedades altamente produtivas, de rápida maturação, com menor capacidade de armazenar K antes do florescimento; com o decréscimo da atividade radicular durante a frutificação; com as mudanças nas práticas culturais (aumento das doses de N e uso de reguladores de crescimento); e estresse hídrico (Chang e Oosterhuis, 1995; Coker & Oosterhuis, 1999).

Apesar da adubação de plantio e de cobertura com K feita na área (Tabela 1), este nutriente ainda mostrou-se deficiente na folha, pois também está sujeito no solo a grandes perdas por lixiviação, principalmente nas glebas em que a CTC encontrou-se baixa.

Pela ordem de limitação encontrada no trabalho, B e N são outros nutrientes que apresentam deficiências elevadas segundo os critérios de interpretação de Malavolta (2006), 79,6 % e 71,3 % das amostras respectivamente estão com níveis desses nutrientes abaixo do adequado para a cultura (Tabela 5).

Dos micronutrientes exigidos pela cultura do algodão, o B é um dos mais importantes. Foram realizadas adubações foliares com B, mas a deficiência de boro pode ter sido resultado de uma calagem excessiva ou mal feita. Segundo Staut & Kurihara (2001) a deficiência de B aumenta na presença de calagem excessiva, ou em solos pobres em matéria orgânica, principalmente em regiões sujeitas a períodos de chuvas intensas e solos arenosos.

Em pesquisas realizadas por Santos et al. (2005), a aplicação de B foi efetiva apenas nas doses de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ no sulco e $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em pulverização foliar, e as melhores produtividades foram obtidas com $0,48 \text{ mg dm}^{-3}$ a $0,54 \text{ mg dm}^{-3}$ de B no solo e de $65,0 \text{ mg kg}^{-1}$ a $69,6 \text{ mg kg}^{-1}$ de B na planta. Os teores de boro no solo acima de $0,54 \text{ mg dm}^{-3}$ e na planta acima de $69,6 \text{ mg kg}^{-1}$ tenderam a reduzir a produção de fibras. Neste trabalho observou-se que 79,6 % das amostras apresentaram concentrações de B na folha abaixo de 40 mg kg^{-1} (Tabela 5).

O algodoeiro tem respondido ao boro aplicado das mais diferentes formas, desde adubações sólidas no sulco de semeadura ou em cobertura no solo, até pulverizações do solo ou da planta, ou mesmo combinações desses métodos (Quaggio et al., 1991).

O N é o nutriente extraído do solo em maior quantidade pelo algodoeiro. Nas condições tropicais é possivelmente o fator que mais limita a produtividade, devido às grandes perdas por lixiviação e/ou volatilização (Sabino et. al., 1994).

Mesmo tendo feito duas aplicações de 125 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura na área cultivada (Tabela 1), ainda observou-se deficiência de N nas folhas, fato que deve ser consequência dos problemas com a lixiviação e volatilização ou exportação do N para os frutos.

Medeiros et al. (2001) constataram que o maior peso de capulho foi obtido quando foram aplicadas as doses de 50 kg a 150 kg de N ha⁻¹. Já Silva et al. (2001), verificou que doses crescentes de N (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) promoveram um aumento linear da massa dos capulhos.

Os resultados de pesquisas obtidos por Ferreira & Carvalho (2005) no Estado de Goiás afirmam que doses de N em cobertura que proporcionaram o máximo retorno econômico em produtividade de pluma, variaram de 60 kg ha⁻¹ a 135 kg ha⁻¹, dependendo da produtividade alcançada e do manejo da cultura de cobertura ou da palha, quando é adotado o sistema de plantio direto. Os autores obtiveram produtividade máxima com 175 kg ha⁻¹ de N na cidade de Santa Helena de Goiás, mas a dose econômica foi de 114 kg ha⁻¹.

Os nutrientes P, Mn e Fe são que apresentam maior limitação por excessos, segundo Malavolta (2006) e Silva et al. (1995). A alta concentração do Fe pode estar relacionada aos tipos de solos, nos quais se cultiva o algodoeiro em Goiás, pois são ricos em óxidos de ferro (Carvalho et al., 2007). Já os altos níveis de Mn podem estar relacionados ao uso intensivo de defensivos agrícolas a base de Mn ou a adubação foliar com Mn realizada na área (Tabela 1). O alto nível P pode ter sido consequência de uma contaminação das folhas ou falha no método de análise. É importante ressaltar que as classes de interpretação proposta pelos autores, não diferenciam os níveis adequados para as diferentes variedades de algodão, por isso tal interpretação pode ser deficiente.

As correlações positivas entre nutrientes indicam efeitos de sinergismos, ou seja, absorção de um elemento favorece a absorção do outro (Malavolta, 1980), enquanto as correlações negativas entre os nutrientes indicam inibição competitiva ou não competitiva, ou seja, absorção de um elemento diminui a absorção do outro (Malavolta, 2006).

Os coeficientes de correlação de Pearson medem as tendências lineares crescentes ou decrescentes. Na Tabela 6 é apresentada a matriz dos coeficientes de

correlação linear entre a produtividade e as variáveis da análise foliar. Os maiores coeficientes entre a produtividade e nutrientes nas folhas foram os de Cu (-0,36), Ca (0,30), P (-0,30), K(-0,20) e Fe (-0,20). É possível que as variações de produtividade possam ser conseqüências dos teores desses nutrientes.

Tabela 6. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade e entre as variáveis na análise foliar para cultura do algodão, em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Produtividade	0,09 ¹ ns ²	-0,30 **	-0,20 *	0,30 **	-0,10 ns	0,01 ns	-0,05 ns	-0,36 **	-0,20 *	-0,11 ns	0,06 ns
N	-	0,10 ns	-0,12 Ns	0,02 ns	0,08 ns	0,24 *	-0,06 ns	-0,14 ns	-0,06 ns	0,18 ns	-0,001 ns
P	-	-	0,31 **	-0,36 **	0,34 **	0,32 **	0,20 *	0,44 **	0,14 ns	-0,02 ns	-0,29 **
K	-	-	-	-0,43 **	0,18 ns	0,23 *	0,24 *	0,53 **	0,27 **	-0,12 ns	-0,44 **
Ca	-	-	-	-	-0,06 ns	-0,09 ns	-0,15 ns	-0,45 **	-0,26 **	0,07 ns	0,40 **
Mg	-	-	-	-	-	0,36 **	0,03 ns	0,14 ns	0,11 ns	-0,03 ns	-0,34 **
S	-	-	-	-	-	-	0,03 ns	0,0004 ns	0,21 *	-0,03 Ns	-0,38 **
B	-	-	-	-	-	-	-	0,22 *	-0,11 ns	-0,01 ns	-0,04 ns
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26 **	-0,12 ns	-0,22 *
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06 ns	-0,29 **
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12 ns

¹ Coeficiente de Correlação de Pearson; ² Nível de significância para rejeição da hipótese de coeficiente de correlação igual a zero: ns – não significativo; * significativo ao nível de 5 %; e ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

As correlações negativas entre a produtividade e os teores de P e Fe corroboram com os resultados de que tais nutrientes estariam acima dos níveis adequados descritos por Malavolta (2006) e Silva et al. (1995), e que podem ter ocasionado desbalanços nutricionais que tiveram reflexos negativos na produtividade.

Verifica-se ainda na Tabela 6, algumas interações negativas entre nutrientes e que são importantes, pois podem ter efeito na absorção, transporte e redistribuição dos

nutrientes na planta. São elas, P x Ca (-0,36); P x Zn (-0,29); K x Ca (-0,43), K x Zn (-0,44), Ca x Fe (-0,26); Mg x Zn (-0,34); S x Zn (-0,38); Cu x Zn (-0,22); Fe x Zn (-0,29).

Segundo Malavolta (2006), o elemento P pode sofrer alterações nas suas concentrações de acordo com os níveis de Ca. E afirma ainda que, altos níveis de P nas folhas podem inibir a absorção de Zn, fato que pode ser observado na Tabela 5, em que a maioria das amostras analisadas apresentou teores de Zn abaixo dos níveis adequados e para P acima dos níveis adequados.

A interação negativa entre K x Ca pode ser consequência da competição no processo de absorção desses nutrientes (Tabela 6). A maioria das amostras analisadas apresentou concentração de Ca acima dos níveis adequados enquanto grande parte das amostras apresentou níveis deficientes de K na folha (Tabela 5). O elevado teor de Ca nas folhas pode ter sido consequência da adubação foliar com o elemento (Tabela 1). Ainda segundo Malavolta (2006), as interações entre os nutrientes K x Zn; Cu x Zn; Fe x Zn geralmente apresentam correlações negativas.

Observa-se na Tabela 6 que, as interações positivas que apresentaram os maiores coeficiente de Pearson ocorreram entre a produtividade e o nutriente Ca, e entre os nutrientes K x Cu (0,53); P x Cu (0,44); Ca x Zn (0,40); Mg x S (0,36); P x Mg (0,34); P x S (0,32). Segundo Malavolta (2006), o teor alto de Mg aumenta absorção de P, porque existe uma relação direta entre os dois elementos. E o teor de P nas folhas está relacionado com o teor de S e vice-versa.

4.1.2 Análise de terra

Na Tabela 7 são apresentados os valores máximos, mínimos, médias e coeficientes de variação (CV) e teste W para os teores de argila, P Mehlich-1, matéria orgânica, pH, K, Ca, Mg, CTC Total, V %, Al, S, B Cu, Fe, Mn e Zn obtidos pela análise de terra, para a profundidade de 0-20 cm.

Os coeficientes de variação foram mais altos para Al (147,88 %), P (108,49 %) e Zn (80,22 %). Tais coeficientes de variação são consequências da amplitude de estados nutricionais e edáficos na área de coletas de amostras de terra.

Pelos testes de Shapiro-Wilk, as variáveis produtividade e CTC apresentaram distribuição normal. As demais variáveis apresentaram desvios da normalidade. De forma

semelhante à análise foliar, optou-se por não excluir os dados outlier devido à baixa eficiência destes procedimentos na normatização dos dados (Tabela 7).

Tabela 7. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para produtividade, para os teores de argila, P Mehlich-1, matéria orgânica (MO), pH, K, Ca, Mg, CTC, V %, Al, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise de terra em 108 pontos de amostragem, para cultura do algodão no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)	Teste W ¹
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2999,97	6444,38	4557,57	14,73	0,98ns ²
Argila (g kg ⁻¹)	450,00	540,00	485,93	6,63	0,85**
P (mg dm ⁻³)	1,10	28,20	3,79	108,49	0,48**
MO (g dm ⁻³)	18,00	34,00	25,49	16,12	0,95**
pH (CaCl ₂)	4,40	5,90	5,03	7,57	0,94**
K (mg dm ⁻³)	58,00	105,00	76,47	12,51	0,96**
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,00	4,00	2,72	25,92	0,92**
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,30	1,10	0,60	31,01	0,94**
CTC Total (cmol _c dm ⁻³)	5,77	9,99	7,43	11,96	0,98ns
V %	23,43	64,98	47,13	21,19	0,95**
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,00	1,50	0,30	147,88	0,70**
S (mg dm ⁻³)	2,38	30,33	13,49	49,87	0,96**
B (mg dm ⁻³)	0,43	1,30	0,59	43,24	0,63**
Cu (mg dm ⁻³)	0,20	4,10	0,95	51,36	0,80**
Fe (mg dm ⁻³)	19,60	52,40	35,96	20,30	0,95**
Mn (mg dm ⁻³)	5,80	86,20	37,34	55,42	0,91**
Zn (mg dm ⁻³)	0,06	7,40	1,60	80,22	0,82**

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

Segundo as classes de interpretação (Tabela 3) propostas por Sousa & Lobato (2004) e a Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1998), os teores médios de P enquadram-se na classe baixa (3,79 mg dm⁻³), enquanto os teores médios de Ca (2,72 cmol_c dm⁻³) e Mg (0,60 cmol_c dm⁻³) enquadram-se na classe média (Tabela 7).

Para Sousa & Lobato (2004), os nutrientes Ca e Mg estão abaixo do adequado, pois estes autores ainda admitem a classe adequada, detalhando um pouco mais as suas classes de interpretação. Ainda para os autores, os teores médios de MO e CTC enquadram-se na classe média, os teores médios de K, pH e V % estão na classe adequada e os teores médios de S e dos micronutrientes estão dentro da classe alta (Tabela 7).

A distribuição de frequência para as variáveis da análise de terra (Tabela 8) indicou que os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras na classe baixa e muito baixa foram o Zn e o P. O nutriente Zn apresentou 37 % das amostras na

classe baixa enquanto o nutriente P apresentou 65,7 % e 26,0 % das amostras nas classes muito baixa e baixa respectivamente pelos critérios de interpretação de Sousa & Lobato (2004).

Na classe alta, os nutrientes que apresentaram maiores porcentagens de amostras foram o K (100 %) pelos critérios da Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1998), Fe (100 %), Mn (100 %), S (61,1 %). Os nutrientes Ca (90,7 %), Mg (78,7 %), B (68,5 %) apresentaram maiores porcentagens de amostras na classe média, e o nutriente K (69,4 %), a variável pH (80,6 %) e V % (75,9 %) apresentaram maiores porcentagens de amostras na classe adequada pelos critérios de Sousa & Lobato (2004).

Tabela 8. Distribuição de frequência para as variáveis, P Mehlich-1, matéria orgânica (MO), pH, K, Ca, Mg, CTC, V %, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise de terra em 108 pontos de amostragem, para cultura do algodão no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Variável	Classes de Interpretação				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Adequada	Alta
	-----%				
P (mg dm ⁻³) ¹	65,7	21,3	7,4	1,9	3,7
P (mg dm ⁻³) ²	65,7	26,0	2,7	-	5,6
M O (g dm ⁻³) ¹	-	33,3	56,5	10,2	0,0
pH (CaCl ₂) ¹	-	0,9	0,0	80,6	13,0
K (mg dm ⁻³) ¹	-	0,0	0,0	69,4	30,6
K (mg dm ⁻³) ²	-	0,0	0,0	-	100,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	9,3	90,7	-	0,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ²	-	9,3	90,7	-	0,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	21,3	78,7	-	0,0
Mg (cmol _c dm ⁻³) ²	-	9,3	90,7	-	0,0
CTC Total (cmol _c dm ⁻³) ¹	-	33,3	61,1	5,6	0,0
V % ¹	-	0,0	16,7	75,9	7,4
S (mg dm ⁻³) ¹	-	3,7	35,2	-	61,1
B (mg dm ⁻³) ¹	-	0,0	68,5	-	31,5
Cu (mg dm ⁻³) ¹	-	5,6	37,9	-	56,5
Fe (mg dm ⁻³) ¹	-	0,0	0,0	-	100,0
Mn (mg dm ⁻³) ¹	-	0,0	0,0	-	100,0
Zn (mg dm ⁻³) ¹	-	37,0	28,7	-	34,3

¹ Proposta por Sousa & Lobato (2004); ² Proposta por Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988); Teor MO, P, Ca, Mg, K e CTC estão de acordo com a textura, teor de argila maior que 400 g kg⁻¹; Teor de K de acordo com a CTC maior que 4 cmol_c dm⁻³ a pH 7,0.

Estabelecer uma ordem de limitação de nutrientes quando a análise de terra ou folha é interpretada pelo método das faixas de concentração é mais complexo, porém pode-se organizar pelas porcentagens de amostras limitantes de cada nutriente ou variável dentro

da faixa. Então, a ordem de limitação por deficiência seria $P > Zn > CTC = MO > Mg > Ca > Cu > S$ e por excesso seria $Fe = Mn = K > S > Cu > Zn > B$.

A interpretação do K pelos critérios da Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988), considerou todas as amostras com níveis altos. Talvez essa interpretação não seja adequada, pois a classe média, que é considerada a faixa de suficiência para o elemento, é muito estreita por esse critério e também é única para todas as culturas. Essa interpretação ainda fica menos adequada considerando culturas mais exigentes em K como o algodoeiro, a cana-de-açúcar e o arroz.

Se o K for interpretado pelos critérios de Sousa e Lobato (2004), a maioria das amostras passa a enquadrar-se na classe adequada (69,4 %), e o nutriente deixa de ser um dos mais limitantes por excesso. Então, a nova ordem para excesso enquadrando K apenas com 30,6 % de amostras na classe alta seria $Fe = Mn > S > Cu > Zn > B > K$.

A interpretação das análises de terra pelos métodos das faixas de concentração ou níveis críticos, ainda é menos precisa que das análises foliares, pois essa não é específica para cultura e muitas vezes são classes de interpretação criadas por estudos remotos.

Apesar deste entrave da interpretação pelo método das faixas de concentração para a análise de terra, observa-se que o nutriente mais limitante a produtividade do algodoeiro foi P, pois mais de 90 % das amostras estudadas apresentaram níveis baixos do elemento no solo (Tabela 8). Os baixos níveis de P no solo estão de acordo com os encontrados por Almeida Neto & Sobrinho (1977), Lopes (1984), Eberhardt, et al. (2008), Vendrame et al. (2008), caracterizando o fósforo como um dos nutrientes mais limitantes em solo de Cerrado.

Novais & Smyth (1999) relatam que as maiores limitações na produção agrícola, em solos ácidos de regiões tropicais e subtropicais, são ocasionadas pela baixa disponibilidade de P no solo, dada a alta capacidade de adsorção e ou baixo teor do nutriente no material de origem, e a baixa eficiência de absorção e utilização do P apresentada pela maioria das variedades.

Verifica-se certa discordância entre os níveis de P no solo e na folha. O teor médio de P no solo está baixo enquanto na folha está acima do nível adequado para cultura do algodão. As explicações para esta situação pode ser a absorção de forma eficiente do P pelas raízes das plantas ou um possível excesso de P nas folhas devido à adubação foliar com o nutriente.

Na lavoura onde foi efetuado este estudo, utilizou-se a formulação 08-30-10 para a adubação de plantio na dosagem de 400 kg ha^{-1} , aproximadamente foram colocados 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 no solo (Tabela 1). Esta adubação esta próxima dos valores encontrados por Ferreira & Carvalho (2005), que por meio de ensaios conduzidos na cidade de Ipameri, Goiás, observaram que a aplicação de 197 kg ha^{-1} de P_2O_5 obteve-se uma produtividade máxima (4.461 kg ha^{-1}), porém a dose de maior eficiência econômica foi de 141 kg ha^{-1} (4.387 kg ha^{-1}) e os autores ressaltam que 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 já permitiram uma produtividade de 4.226 kg ha^{-1} na mesma área.

Com a dosagem utilizada na área de estudo deste trabalho, chegou-se a produtividade variando de 2.999 kg ha^{-1} a 6.444 kg ha^{-1} de algodão em caroço e a produtividade média encontrada foi de 4.557 kg ha^{-1} (Tabela 7).

Outro nutriente que encontra-se deficiente em grande parte das amostras é o Zn, neste caso ocorreu a coincidência entre a análise foliar e a análise de terra, ambas indicam a deficiência do nutriente. Lopes (1984) avaliou 518 amostras de solos de Cerrado e encontrou o valor da mediana de Zn solúvel em torno de $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$. Observou ainda que, 95 % das suas amostras apresentaram níveis de Zn abaixo de 1 mg dm^{-3} , caracterizando o nutriente como um dos mais limitantes dos solos de Cerrado. O autor classifica a deficiência de Zn nos solos de Cerrado como generalizada e que parece estar associada aos baixos teores de Zn total, em função do material de origem pobre neste nutriente.

Ferreira & Carvalho (2005) estudando os teores de Zn na folha do algodoeiro na área experimental da Fundação GO, em Santa Helena de Goiás, observaram que não houve resposta de produtividade devido à aplicação de doses crescentes de Zn, por diferentes fontes e vias de aplicação, entretanto os teores foliares e de solo foram modificados. Estes autores ainda afirmam que não há necessidade de fazer adubações com micronutrientes todos os anos, mas é importante fazer a avaliação da necessidade de adubação com base, principalmente, no histórico das adubações e nos resultados de análises foliares realizadas em anos anteriores.

São escassos os dados dos efeitos da adubação com zinco na cultura do algodão. Mesmo com pouca experimentação, admite-se que quantidades entre 10 kg ha^{-1} e 20 kg ha^{-1} de Zn aplicadas ao solo ou três a quatro pulverizações foliares com $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de sulfato de zinco podem satisfazer a necessidade das plantas (Hinkle & Brown, 1968). Silva & Raij (1996) recomendam, na fase de correção de solos de Cerrado, aplicar 3 kg ha^{-1}

¹ de Zn se o teor no solo for inferior a $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$, visando evitar o aparecimento de eventuais sintomas de deficiência.

Os teores de matéria orgânica apresentaram uma amplitude variando de 18 g dm^{-3} a 34 g dm^{-3} (Tabela 7), semelhante aos obtidos por Lopes (1984) que constatou que a maioria das amostras de solo (60,4 %) apresentou valores entre 15 a 30 mg dm^{-3} em condições nativas de Cerrado. Esse autor analisou 518 amostras de solos de Cerrado e constatou que a maioria das amostras apresentou níveis médios e altos de matéria orgânica, mas a CTC efetiva foi baixa (menor do que $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nestas amostras. Segundo o autor, as causas possíveis para esta baixa CTC seria a presença nos solos do Cerrado de óxidos, hidróxidos e óxidos-hidróxidos de Fe e Al e o pH ácido que influencia na atividade microbiana do solo.

Os resultados obtidos no trabalho mostraram que 61,1 % das amostras apresentaram CTC na classe média, 33,3 % enquadraram-se na classe baixa e 5,6 % na classe adequada (Tabela 8). Essa alta porcentagem de amostras na classe média e adequada pode ser consequência de um sistema de cultivo mais equilibrado, resultado de um longo período praticando sistema de plantio semidireto com rotação de cultura. Outra explicação, é a prática da calagem que tem por objetivos diretos corrigir a acidez, neutralizar Al trocável, elevar a saturação por bases e fornecer Ca e Mg. Além desses benefícios diretos, a calagem também traz benefícios indiretos como o aumento da CTC, que aumenta o estoque de nutrientes catiônicos e reduz a lixiviação de potássio (Ferreira & Carvalho, 2005).

A calagem efetuada na área em estudo contribuiu para aumentar os teores Ca e Mg, visto que a maioria das amostras enquadra-se na classe média. E também aumentou os valores de V % e pH enquadrando a maioria das amostras na classe adequada (Tabela 8).

A maioria das amostras apresentou valores médios a altos de CTC, mas 33,3 % apresentou valores baixos, o que pode ser consequência do baixo teor de matéria orgânica também presente em 33,3 % das amostras e da presença nos solos do Cerrado de óxidos, hidróxidos e óxidos-hidróxidos de Fe e Al. Esse resultado colocou a CTC e a MO na terceira posição na seqüência de limitação por deficiência pelo método das faixas de concentração.

O valor médio de V % obtido nas amostras foi de 47,13 %, embora encontrasse valores variando de 23,43 % a 64,98 % (Tabela 8). Ferreira & Carvalho (2005) recomendam o uso de uma saturação por bases de 60 % na camada de 0 a 20 cm e pelo

menos 45 % a 50 % nas camadas mais profundas. Neste trabalho, 75,9 % das amostras apresentaram valores entre 36,0 % e 60 % (Sousa & Lobato, 2004).

Os altos teores de Fe e Mn nas amostras de solo, também são confirmados nas amostras de folhas. As possíveis explicações para os altos teores de Mn podem estar relacionadas com o excesso de adubação foliar com Mn ao longo dos anos, a utilização de produtos fitossanitários a base do elemento, a diminuição da aeração do solo pela compactação e pelo encharcamento que leva a formação de Mn^{2+} , o uso contínuo de doses pesadas de adubos nitrogenados de reação ácida e as adubações pesadas com adubos que contenham cátions capazes de deslocar o Mn^{2+} do complexo de troca para a solução do solo (Malavolta & Kliemann, 1985). Já a alta concentração do Fe pode estar relacionada aos tipos de solos, nos quais cultiva-se o algodoeiro em Goiás, pois são ricos em óxidos de ferro (Carvalho et al., 2007).

Os teores de K obtidos pelas análises de terra discordam com os resultados obtidos nas análises foliares, que indicaram deficiência deste nutriente. Talvez uma das explicações para este fato sejam os problemas com as interações entre o K e os nutrientes Ca e Mg, gerando problemas na absorção do K.

Silva (1999) e Ferreira et al. (2005) relatam que as maiores produtividades da cultura do algodoeiro foram obtidas quando os teores de K do solo situaram-se entre $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e a relação $(Ca + Mg)/K$, em patamares inferiores à faixa entre 20 e 25.

Ao considerar o nível médio dos nutrientes Ca, Mg e K, observa-se que as condições propostas pelos autores para potencializar a produção foram atendidas, mas em algumas amostras de solo os níveis de K estavam abaixo de $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, por esse motivo pode ter ocorrido a deficiência nas folhas.

Outra explicação pode ser a utilização de variedades modernas como a Fibermax 993 e 966 ou a Delta Opal que são consideradas exigentes quanto à adubação potássica e por isso podem estar sujeitas a deficiência devido aos níveis de K utilizados atualmente, principalmente a deficiências tardias (Coker & Oosterhuis, 1999).

A ocorrência de precipitações pluviais insuficientes e irregulares também pode ter sido um fator determinante para que se tenha observado deficiências de K na folha e níveis adequados e altos no solo. A disponibilidade de potássio é fortemente influenciada pelas condições de umidade no solo (Raij, 1991 e Oliveira et al., 2004), se as condições de estiagens ocorreram durante período de cobertura com K, aproximadamente aos 30 dias

após o plantio pode ter ocasionado a deficiência. Segundo Mendes (1965) e Rosolem (2001), o período dos 20 aos 53 dias após o plantio, corresponde à fase de grande importância para absorção do K do solo.

Também não foi encontrada coincidência entre os teores de S na folha e no solo, pois não existe um método de análise de terra que apresente boa correlação com os teores foliares e produtividade, devido à alta instabilidade do S no solo.

Na Tabela 9 verifica-se que os coeficientes de correlação linear, na qual se destacam as interações positivas entre as seguintes variáveis: MO x pH (0,41), pH x Ca (0,53), pH x Mg (0,60), Ca x Mg (0,70), pH x Mn (0,72), pH x V % (0,83), K x CTC (0,48), Ca x CTC (0,60), Ca x V % (0,86), Mg x CTC (0,34) e Mg x V % (0,77).

As interações positivas entre pH, MO, Ca, Mg, K, CTC e V % eram esperadas devido aos efeitos positivos da calagem (Tabela 9), diminuindo a acidez do solo, elevando a saturação por bases, melhorando a CTC. O pH variando de 4,40 a 5,90 (Tabela 7) contribui para manter Mn em níveis altos no solo. Considera-se este solo com um pH medianamente ácido.

As interações negativas que merecem destaque são as que ocorreram entre a produtividade x Fe (-0,55), MO x Al (-0,53), pH x Al (-0,71). A correlação negativa que ocorreu entre a produtividade e o Fe na folha, também foi confirmada na análise de terra. Verifica-se que este elemento pode ter sido o responsável pelas baixas produtividades observadas em alguns pontos de amostragens (Tabela 9).

Os níveis de pH e MO podem ter influenciado de forma positiva o solo, pois apresentou correlação negativa com o Al. Com o aumento do pH pela calagem e dos níveis MO proporcionado pelo sistema de cultivo do solo (plantio semidireto), o Al não apresentou seus efeitos tóxicos às plantas.

Tabela 9. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade (Produt.) e entre as variáveis (Var) na análise de terra para cultura do algodão, em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO. Safra 2007/08.

Var	MO	pH	P	K	Ca	Mg	S	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CTC	V %
Produt.	0,18 ¹ ns ²	0,01 ns	-0,08 ns	-0,08 ns	0,04 ns	-0,07 ns	-0,10 ns	-0,18 ns	-0,05 ns	-0,05 ns	-0,55 **	-0,03 ns	0,06 ns	-0,20 *	0,11 ns
MO	-	0,41 **	-0,18 ns	-0,23 *	0,38 **	0,17 ns	-0,17 ns	-0,53 **	0,005 ns	-0,20 *	-0,48 **	0,41 **	0,11 ns	-0,03 ns	0,45 **
pH	-	-	-0,19 *	-0,16 ns	0,53 **	0,60 **	-0,22 *	-0,71 **	-0,07 ns	0,06 ns	-0,16 ns	0,72 **	-0,06 ns	-0,22 *	0,83 **
P	-	-	-	0,13 ns	-0,04 ns	-0,05 ns	-0,11 ns	0,08 ns	0,04 ns	0,18 ns	0,13 ns	-0,07 ns	0,54 **	0,15 ns	-0,13 ns
K	-	-	-	-	0,26 **	0,17 ns	0,43 **	-0,12 ns	0,08 ns	-0,01 ns	0,26 **	-0,13 ns	0,25 **	0,48 **	0,08 ns
Ca	-	-	-	-	-	0,70 **	0,20 *	-0,78 **	-0,05 ns	-0,04 ns	-0,15 ns	0,44 **	0,17 ns	0,60 **	0,86 **
Mg	-	-	-	-	-	-	0,001 ns	-0,66 **	-0,12 ns	-0,03 ns	-0,02 ns	0,39 **	-0,002 ns	0,34 **	0,77 **
S	-	-	-	-	-	-	-	0,03 ns	0,09 ns	0,01 ns	0,26 **	-0,10 ns	0,13 ns	0,45 **	-0,01 ns
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04 ns	0,12 ns	0,30 **	-0,62 **	-0,21 *	-0,19 *	-0,88 **
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03 ns	0,03 ns	-0,06 ns	0,08 ns	-0,06 ns	-0,04 ns
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17 ns	-0,09 ns	0,10 ns	0,03 ns	-0,06 ns
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,09 ns	-0,02 ns	0,23 *	-0,25 **
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11 ns	-0,17 ns	0,67 **
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20 *	0,08 ns

¹ Coeficiente de Correlação de Pearson; ² Nível de significância para rejeição da hipótese de coeficiente de correlação igual a zero: ns – não significativo; * significativo ao nível de 5 %; e ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

É importante ressaltar a complexidade de interpretação das análises de terra e folha. Para muitos nutrientes principalmente micronutrientes, ainda faltam estudos, para alguns elementos utiliza-se parâmetros não regionalizados e com isso não se consegue diagnosticar de forma correta as deficiências e possíveis excessos. Observam-se ainda, diferentes parâmetros entre os autores para determinado nutriente para uma mesma cultura, e isso é consequência das diferenças edafoclimáticas e das modernas variedades de culturas que estão surgindo no mercado.

Fica cada vez mais difícil utilizar as tabelas de interpretações para avaliar o estado nutricional das plantas, pois sempre necessita-se de informações complementares para indicar um correto programa de fertilização.

4.2 INTERPRETAÇÃO PELO MÉTODO DRIS

4.2.1 Normas

4.2.1.1 Análise foliar

Na Tabela 10 são apresentadas às concentrações médias, o desvio padrão e o coeficiente variação dos nutrientes e suas relações dois a dois e a comparação com normas de outros autores.

Comparando-se as médias dos nutrientes nas folhas no subgrupo mais produtivo com as faixas de concentração (Tabela 2) propostas por Silva et al. (1995) e Malavolta (2006), verifica-se que os nutrientes da análise foliar apresentam praticamente a mesma interpretação feita na população antes da divisão dos dados. Os nutrientes que estão muito abaixo da faixa adequada continuam sendo o K, o S e o Zn. Pelos critérios de Malavolta (2006), o N também encontra-se deficiente e apesar do B estar situado dentro da faixa adequada, este nutriente encontra-se muito perto do limite inferior da faixa. Já o nutriente que está muito acima da faixa adequada continua sendo o Fe, e ainda, segundo Malavolta (2006) o Mn. O P e o Mg estão acima da faixa adequada, porém muito perto do limite entre o adequado e o excesso.

Como mais uma vez os teores de K, S e Zn foram indicados como baixos pelas faixas de concentração, agora na população de referência, e as produtividades obtidas foram altas, talvez estes diagnósticos de deficiências demonstram as restrições deste método na interpretação das análises foliares.

Esses resultados enfatizam a importância da obtenção de dados regionalizados para interpretação de análises foliares, pois diagnósticos errados podem levar à aplicação desnecessária de fertilizantes, e, assim comprometer a rentabilidade econômica do empreendimento e ainda poluição ambiental.

Quanto a comparação das normas obtidas em Silvânia, GO, com as normas publicadas por outros autores (Morais, 2008; Silva, 2006) verifica-se grandes discrepâncias

entre os valores. Tais resultados são conseqüências das diferenças entre as produtividades da população de referência, das variedades estudadas e das regiões onde originaram-se as normas.

As normas publicadas por Silva (2006) foram resultados de trabalhos realizados em diferentes regiões dos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com uma população de referência para cultura do algodão com produtividade média de 4.500 kg ha⁻¹ de algodão em caroço. Morais (2008) trabalhou com uma população de referência com produtividade média de 3.000 kg ha⁻¹ com resultados obtidos de diferentes regiões do Estado de Goiás.

As relações médias P/N, Mg/N, Cu/N, P/Mn, Mn/P, P/Zn, K/Ca, K/Mg, Fe/K, Ca/Cu, Fe/Ca, Mg/Fe e B/Ca publicadas por Silva (2006) não diferiram significativamente das normas obtidas no município de Silvânia, GO. Observa-se na Tabela 10 que grande parte das normas publicadas pelo autor apresenta relações médias significativamente maiores pelo teste F que as normas publicadas neste trabalho.

Essas diferenças entre as normas devem-se ao fato das regiões apresentarem condições edafoclimáticas diferentes, além das diferenças entre cultivares e produtividade da população de referência. Silva (2006) além das cultivares Fibermax 966 e Delta Opal que também foram utilizadas neste trabalho, o autor também utilizou as cultivares Delta Pina e a Acala 90.

Já as normas segundo Morais (2008) apresentam as relações N/K, K/N, Ca/N, Mg/N, K/Ca, Mg/K, B/K, B/N, N/B, K/S e Mg/S não diferente significativamente das normas no município de Silvânia, GO (Tabela 10). Essa autora obteve suas normas em áreas comerciais localizadas em Acreúna, Ipameri, Montividiu, Morrinhos, Santa Helena de Goiás e Silvânia no Estado de Goiás, e apesar dos dois trabalhos terem sido realizados no mesmo Estado muitas relações de nutrientes apresentaram diferenças significativas discrepantes.

Isso deve-se ao fato que nessas áreas o algodoeiro foi cultivado em diferentes sistemas de cultivo (convencional, cultivo reduzido e plantio semidireto), e em solos com diferentes gênese e textura, submetidos às condições pluviais distintas, e a população de referência foi obtida de produtividades menores (maior que 3.000 kg ha⁻¹).

Tabela 10. Normas para as variáveis da análise de folha e suas relações dois a dois utilizadas para o cálculo dos índices DRIS considerando o subgrupo mais produtivo ($> 4.000 \text{ kg ha}^{-1}$) composto por 85 pontos de amostragem (número de observações) no município de Silvânia, GO na safra 2007/08 e a comparação com as normas segundo Silva (2006) e Morais (2008) para cultura do algodão.

Variável	Autor do Trabalho			Silva (2006) ¹		Teste F ³	Morais (2008) ²		Teste F ⁴
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	
N (g kg^{-1})	41,46	4,62	11,15	-	-	-	49,54	4,81	1,08 ns
P (g kg^{-1})	4,36	0,50	11,36	-	-	-	4,56	1,77	12,53**
K (g kg^{-1})	13,70	2,58	18,84	-	-	-	19,59	4,36	2,86**
Ca (g kg^{-1})	36,87	8,19	22,22	-	-	-	23,34	10,96	1,79**
Mg (g kg^{-1})	5,33	1,32	24,80	-	-	-	4,58	1,29	1,05 ns
S (g kg^{-1})	2,10	0,59	28,12	-	-	-	3,95	1,66	7,92**
B (mg kg^{-1})	43,90	17,03	38,79	-	-	-	55,65	16,05	1,13ns
Cu (mg kg^{-1})	12,52	2,47	19,75	-	-	-	17,23	15,83	41,07**
Fe (mg kg^{-1})	290,98	90,39	31,06	-	-	-	460,89	682,21	56,96**
Mn (mg kg^{-1})	153,48	33,66	21,93	-	-	-	129,60	79,00	5,51**
Zn (mg kg^{-1})	20,02	2,29	11,43	-	-	-	27,15	10,32	20,31**
N/P	9,62	1,52	15,80	-	-	-	12,35	4,15	7,45**
P/N	0,11	0,02	15,43	0,10	0,02	1,10ns	0,09	0,03	2,25**
N/K	3,13	0,66	21,19	-	-	-	2,65	0,65	1,03 ns
K/N	0,34	0,08	23,41	0,47	0,11	1,85**	0,40	0,09	1,27 ns
N/Ca	1,17	0,27	22,95	-	-	-	2,64	1,20	19,75**
Ca/N	0,90	0,22	24,64	0,72	0,15	2,09**	0,48	0,26	1,40 ns
N/Mg	8,34	2,65	31,78	7,43	1,38	3,67**	11,58	3,07	1,34 ns
Mg/N	0,13	0,03	26,39	0,14	0,03	1,23ns	0,09	0,03	1,00 ns
N/Cu	3,47	0,94	27,21	4,67	1,74	3,42**	4,81	3,05	10,53**
Cu/N	0,31	0,07	23,48	0,24	0,07	1,11ns	0,36	0,37	27,94**
N/Zn	2,10	0,35	16,90	-	-	-	2,15	1,03	8,66**
Zn/N	0,49	0,08	16,48	1,01	0,29	13,14**	0,55	0,20	6,25**
N/Mn	0,29	0,10	35,04	0,77	0,30	9,06**	0,53	0,33	10,89**

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Variável	Autor do Trabalho			Silva (2006) ¹		Teste F ³	Morais (2008) ²		Teste F ⁴
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	
Mn/N	3,73	0,85	22,87	1,54	0,72	1,41*	2,64	1,61	3,59**
N/Fe	0,16	0,06	39,91	0,21	0,10	2,66**	0,22	0,19	10,03**
Fe/N	7,13	2,43	34,08	6,01	2,99	1,51*	9,40	14,14	33,86**
P/K	0,33	0,06	16,96	0,22	0,04	2,36**	0,26	0,15	6,25**
K/P	3,16	0,58	18,37	4,79	0,89	2,37**	5,11	2,42	17,41**
P/Ca	0,12	0,03	26,87	0,14	0,02	2,25**	0,22	0,08	7,11**
Ca/P	8,64	2,46	28,47	7,24	1,08	5,23**	5,48	3,06	1,55*
P/Mg	0,87	0,26	29,51	-	-	-	1,04	0,44	2,86**
Mg/P	1,23	0,30	24,08	1,44	0,39	1,64**	1,12	0,41	1,87**
P/Cu	0,36	0,07	18,64	0,46	0,17	6,03**	0,46	0,40	32,65**
Cu/P	2,88	0,52	18,14	-	-	-	4,38	4,99	92,09**
P/Fe	0,02	0,01	33,38	0,02	0,01	2,04**	0,02	0,02	4,00**
Fe/P	66,91	20,17	30,14	58,97	23,99	1,41*	129,94	256,08	161,19**
P/Mn	0,03	0,01	39,42	0,08	0,03	0,11ns	0,05	0,05	25,00**
Mn/P	35,69	8,88	24,89	16,11	9,23	1,07ns	32,75	21,32	5,76**
P/Zn	0,22	0,04	19,36	0,11	0,04	1,00ns	0,21	0,17	18,06**
Zn/P	4,67	0,84	18,09	-	-	-	7,04	3,47	17,06**
K/Ca	0,40	0,13	33,60	0,67	0,11	1,32ns	1,10	0,65	25,00**
Ca/K	2,83	0,95	33,76	-	-	-	1,33	0,85	1,25 ns
K/Mg	2,74	0,88	32,25	3,46	0,83	1,11ns	4,62	1,61	3,35**
Mg/K	0,40	0,11	28,53	-	-	-	0,25	0,12	1,19 ns
K/Cu	1,12	0,20	18,23	2,11	0,60	9,00**	1,83	0,98	24,01**
Cu/K	0,92	0,16	17,27	-	-	-	0,91	0,88	30,25**
K/Fe	0,05	0,02	35,18	0,10	0,040	4,00**	0,08	0,07	12,25**
Fe/K	21,55	6,64	30,80	13,06	6,639	1,00ns	23,87	37,28	31,52**
K/Mn	0,10	0,05	48,35	0,36	0,175	12,25**	0,20	0,10	4,00**
Mn/K	11,62	3,29	28,31	-	-	-	6,72	4,15	1,59*

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Variável	Autor do Trabalho			Silva (2006) ¹		Teste F ³	Morais (2008) ²		Teste F ⁴
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	
K/Zn	0,70	0,19	27,29	-	-	-	0,81	0,29	2,33**
Zn/K	1,52	0,37	24,20	2,23	1,02	7,56**	1,40	0,51	1,90**
Ca/Mg	7,48	3,01	40,20	5,23	1,06	8,07**	5,14	2,23	1,82**
Mg/Ca	0,15	0,05	33,32	-	-	-	0,23	0,08	2,56**
Ca/Cu	3,14	1,24	39,53	3,29	1,24	1,00ns	2,27	2,12	2,92**
Cu/Ca	0,36	0,12	34,06	-	-	-	0,81	0,63	27,56**
Ca/Fe	0,14	0,07	47,01	0,14	0,05	1,88**	0,12	0,12	2,94**
Fe/Ca	8,41	3,55	42,19	8,26	3,40	1,09ns	29,28	51,91	213,82**
Ca/Mn	0,26	0,11	42,16	0,55	0,24	4,80**	0,25	0,23	4,37**
Mn/Ca	4,33	1,21	27,97	2,24	1,23	1,02ns	6,41	3,68	9,25**
Ca/Zn	1,84	0,36	19,71	0,78	0,27	1,75**	1,08	0,89	6,11**
Zn/Ca	0,56	0,11	18,97	-	-	-	1,48	0,84	58,31**
Mg/Cu	0,44	0,14	32,12	0,65	0,25	3,16**	0,43	0,29	4,29**
Cu/Mg	2,51	0,89	35,29	-	-	-	3,74	3,18	12,77**
Mg/Fe	0,02	0,01	36,59	0,03	0,01	1,21ns	0,02	0,02	4,00**
Fe/Mg	58,05	25,59	44,08	43,15	20,59	1,54*	113,48	192,53	56,61**
Mg/Mn	0,04	0,02	50,68	0,11	0,04	4,62**	0,05	0,03	2,25**
Mn/Mg	30,88	11,08	35,89	-	-	-	28,39	14,40	1,69**
Mg/Zn	0,27	0,08	30,95	0,15	0,06	2,04**	0,20	0,10	1,56*
Zn/Mg	4,09	1,56	38,15	-	-	-	6,30	2,88	3,41**
Cu/Zn	0,64	0,16	25,60	0,24	0,06	6,65**	0,65	0,55	11,82**
Zn/Cu	1,68	0,46	27,10	4,41	1,41	9,38**	2,35	1,29	7,86**
Cu/Fe	0,05	0,02	35,07	0,05	0,03	2,10**	0,08	0,11	30,25**
Fe/Cu	23,69	7,35	31,04	29,66	21,25	8,36**	44,13	59,28	65,05**
Cu/Mn	0,09	0,04	43,93	0,18	0,09	4,73**	0,14	0,11	7,56**
Mn/Cu	12,90	4,34	33,66	7,05	3,70	1,37*	9,81	5,15	1,41*
Zn/Fe	0,08	0,03	41,65	0,22	0,13	19,95**	0,14	0,17	32,11**

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Variável	Autor do Trabalho			Silva (2006) ¹		Teste F ³	Morais (2008) ²		Teste F ⁴
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	
Fe/Zn	14,90	5,60	37,58	6,88	4,72	1,40*	19,63	29,05	26,91**
Mn/Zn	7,75	1,85	23,92	1,62	0,81	5,19**	4,95	2,81	2,31**
Zn/Mn	0,14	0,05	33,61	-	-	-	0,26	0,12	5,76**
Fe/Mn	2,03	0,88	43,25	4,29	2,03	5,30**	4,84	5,81	43,59**
Mn/Fe	0,59	0,26	44,58	0,30	0,20	1,77**	0,64	0,78	9,00**
B/P	10,09	3,66	36,27	15,11	2,98	1,51*	14,49	7,61	4,32**
P/B	0,11	0,03	24,47	0,07	0,01	5,32**	0,09	0,05	2,78**
B/K	3,25	1,23	37,76	0,33	0,08	230,58**	2,99	1,15	1,14ns
K/B	0,34	0,09	26,70	-	-	-	0,38	0,13	2,09**
B/Ca	1,26	0,59	46,94	2,13	0,51	1,34ns	2,93	1,56	6,99**
Ca/B	0,93	0,32	34,67	0,50	0,12	6,99**	0,45	0,23	1,94**
B/Mg	8,77	3,97	45,26	-	-	-	12,99	4,75	1,43*
Mg/B	0,13	0,05	34,33	0,10	0,03	2,60**	0,09	0,04	1,56*
B/Cu	3,60	1,39	38,65	7,10	3,49	6,30**	5,33	3,49	6,30**
Cu/B	0,31	0,09	28,72	0,17	0,07	1,70**	0,33	0,28	9,68**
B/Zn	2,22	0,91	40,78	1,66	0,75	1,46*	2,38	1,18	1,68**
Zn/B	0,50	0,13	25,76	-	-	-	0,52	0,25	3,70**
B/Mn	0,31	0,18	58,73	1,13	0,47	6,70**	0,60	0,38	4,46**
Mn/B	3,83	1,19	31,08	1,09	0,59	4,01**	2,56	1,91	2,58**
B/Fe	0,17	0,08	50,03	0,29	0,10	1,59**	0,25	0,25	9,77**
Fe/B	7,21	2,81	38,97	3,98	1,63	2,97**	8,84	12,24	18,97**
B/N	1,07	0,44	40,72	-	-	-	1,15	0,41	1,15ns
N/B	1,04	0,27	26,26	0,72	0,22	1,54**	0,96	0,29	1,15ns
S/P	0,48	0,14	29,34	1,26	0,41	8,49**	0,93	0,40	8,16**
P/S	2,31	0,93	40,38	-	-	-	1,26	0,51	3,33**
S/K	0,16	0,05	32,43	0,27	0,08	2,68**	0,22	0,12	5,76**
K/S	7,21	2,93	40,59	4,13	1,18	6,17**	5,99	2,98	1,03ns

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Variável	Autor do Trabalho			Silva (2006) ¹		Teste F ³	Morais (2008) ²		Teste F ⁴
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	
S/Ca	0,06	0,02	35,45	-	-	-	0,19	0,08	16,00**
Ca/S	19,90	9,96	50,09	6,36	2,24	19,75**	6,27	2,91	11,71**
S/Mg	0,41	0,13	32,61	0,93	0,41	10,14**	0,93	0,53	16,62**
Mg/S	2,77	1,21	43,67	-	-	-	1,34	0,58	0,23ns
S/Cu	0,18	0,07	38,93	-	-	-	0,41	0,37	27,94**
Cu/S	6,70	3,07	45,90	2,05	0,71	18,48**	5,02	4,53	2,18**
S/Zn	0,11	0,04	33,12	0,13	0,03	1,38*	0,18	0,14	12,25**
Zn/S	10,95	5,59	51,04	-	-	-	7,98	3,62	2,38**
S/Mn	0,01	0,01	51,19	0,10	0,05	24,01**	0,04	0,04	16,00**
Mn/S	82,96	42,99	51,81	-	-	-	37,25	23,28	3,41**
S/Fe	0,01	0,01	45,23	0,03	0,01	1,69**	0,02	0,03	9,00**
Fe/S	153,19	74,23	48,45	-	-	-	162,62	286,52	14,90**
S/N	0,05	0,01	27,64	0,13	0,05	21,16**	0,08	0,03	9,00**
N/S	0,05	0,01	27,64	9,16	3,34	111489**	0,08	0,03	9,00**
B/S	23,67	15,29	64,60	-	-	-	16,53	7,82	3,82**
S/B	0,05	0,02	36,92	0,09	0,04	3,24**	0,08	0,04	4,00**

¹ Normas DRIS para cultura do algodão, obtidas de uma população com 152 observações de alta produtividade (> 4.500 kg ha⁻¹) de diferentes municípios do Estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; ² Normas DRIS para cultura do algodão, obtidas de uma população com 114 observações de alta produtividade (> 3.000 kg ha⁻¹) de diferentes municípios do Estado de Goiás; ³ Razão entre a variância do autor do trabalho e Silva (2006); ⁴ Razão entre a variância do autor do trabalho e Morais (2008), sendo: ns – não significativo; * significativo ao nível de 5 %; e ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

As diferenças observadas entre as normas deste trabalho e as de outros autores para a cultura do algodão, demonstram que o DRIS deve ser empregado de forma específica para obter-se interpretações eficientes. O local onde será empregado o sistema deverá apresentar condições semelhante às condições em que foram obtidas as normas.

O método clássico de interpretação das análises de folha também deve ser empregado de forma específica, como para variedades e para condições edafoclimáticas particulares, entretanto tem sido utilizado de forma generalizada. O DRIS apresenta inúmeras vantagens em relação ao método clássico, e uma delas é a maneira rápida e prática de se obter os valores de referência para interpretação dos resultados das análises. Já o método clássico depende da implantação de experimentos de calibração em diferentes regiões e culturas para obter seus valores de referência, e isso demanda tempo e os custos são elevados.

Outros autores trabalhando com diferentes culturas também observaram que pequenas variações regionais originam normas diferentes. Beverly et al. (1986) relataram que as normas foliares para soja utilizadas no meio-oeste e sudoeste dos EUA diferiram significativamente das normas de Sumner (1977a), indicando influência das condições edafoclimáticas. Vigier et al. (1989) também constataram diferenças regionais entre as normas foliares americanas e canadenses para a soja.

Leandro (1998) comparou as normas foliares para soja obtida em Rio Verde, Estado de Goiás com as normas de Sumner (1977a), Beverly et al. (1986), Vigier et al. (1989) e Hallmark et al. (1990b) e também constatou que muitas relações entre nutriente diferiram significativamente. Escano et al. (1981) e Dara et al. (1992) obtiveram resultados semelhantes na aplicação do DRIS em análises foliares de milho, observando que as características do solo desempenharam importante influência no estabelecimento das normas.

Além das diferentes condições edafoclimáticas proporcionadas por cada região, outros fatores podem causar divergências entre normas DRIS, como por exemplo, o sistema de cultivo, a forma de cultivo (orgânico ou convencional), a produtividade da população de referência e as diferenças varietais. Cunha (2002) publicou normas DRIS para a cultura da soja sob sistema de plantio direto e convencional e observou diferenças significativas nas relações de nutrientes.

Partelli et al. (2006) observaram diferenças nas relações de nutrientes após estabelecerem normas para cultura do café orgânico e convencional no Estado do Espírito

Santo. Os autores enfatizam que as diferenças estão relacionadas com as distintas práticas de manejo e, conseqüentemente, refletiram no estado nutricional. As normas foliares para soja publicadas por Sumner (1977a), Beverly et al. (1986) e Vigier et al. (1989) além das diferenças nas regiões onde foram originadas, também foram obtidas de populações de referência com produtividades diferentes, indicando ser mais um fator que gera divergências entre normas.

Beaufils (1971, 1973), Sumner (1977a) e Elwali et al. (1984) questionam a universalidade da aplicação do DRIS, devido aos fatores que afetam o estabelecimento das normas. Todos os resultados acima enfatizam a necessidade de se estabelecerem normas regionais para aplicação satisfatória do método DRIS. Mas além da regionalidade das normas, outros fatores devem ser observados, como a produtividade da população de referência, o sistema de cultivo, e as cultivares utilizadas.

Nas normas foliares obtidas no município de Silvânia, os coeficientes de variação para as relações de nutrientes e para os teores médios (Tabela 10) não foram elevados. Ao considerar, um coeficiente de variação de até 50 % razoável para este tipo de análise de dados, apenas as relações Mg/Mn (50,68 %), B/Mn (58,73 %), B/Fe (50,03 %), Ca/S (50,09 %), Zn/S (51,04 %), S/Mn (51,19 %), Mn/S (51,81 %) e B/S (64,60 %) foram superiores.

As funções reduzidas, utilizadas no cálculo dos índices DRIS, são ponderadas pela recíproca dos coeficientes de variação da população de referência, ou seja, um coeficiente de variação mais elevado vai ter menor peso no cálculo do índice, e portanto, não vai favorecer a uma falsa interpretação. Walworth e Sumner (1987) comentam que o coeficiente de variação pondera a variabilidade do subgrupo de alta produtividade.

4.2.1.2 Análise de terra

Na Tabela 11 são apresentadas às concentrações médias das variáveis e suas relações dois a dois da análise de terra, no subgrupo mais produtivo.

As concentrações médias das variáveis de terra na população de referência comparadas com as classes de interpretação baseadas nos níveis críticos (Tabela 3) proposto por Sousa & Lobato (2004) e pela Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988) são semelhantes as da população total, antes da divisão do banco de dados. Tais

resultados permitem enquadrar as variáveis da análise terra nas mesmas classes de interpretação que a população anterior.

Segundo esses critérios de interpretação, a média da concentração de P destaca-se por ser a mais limitante por deficiência em relação a média dos outros nutrientes. Já o Fe e o Mn são os nutrientes que apresentam valores médios de concentração muito acima das faixas adequadas propostas por Sousa & Lobato (2004).

Assim como foi observado para a análise foliar, as altas produtividades da população de referência levantam a dúvida se realmente tais nutrientes estariam em excesso ou deficiência, principalmente ao considerar que esses critérios de interpretação precisam ser revistos.

Ao contrário do que ocorre com a análise foliar, são raros os trabalhos que empregam o DRIS na análise de terra, logo são poucas as publicações para realizar comparações entre normas. A variabilidade é muito maior nos parâmetros aplicados ao solo do que nas folhas. Entretanto, na Tabela 11 foi comparado as normas obtidas por Morais (2008) para solos do Cerrado goiano com as normas desse trabalho.

A autora trabalhou com uma população de referência com uma produtividade acima de 3.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço, composta de 114 observações de produtividade e análise de solo coletas em áreas comerciais em várias regiões produtoras no Estado de Goiás. Por meio do teste F, verificam-se diferenças significativas entre os valores médios da concentração das variáveis da análise de terra da autora e desse trabalho, e isso refletiu em muitas diferenças nas relações de nutrientes entre os autores.

Morais (2008) além de trabalhar com população de referência com produtividades inferiores a deste trabalho, utilizou dados proveniente de diferentes sistemas de cultivo (convencional, reduzido e plantio semidireto), talvez essa seja a explicação para as divergências entre as normas.

Tabela 11. Normas para as variáveis da análise de terra e suas relações dois a dois utilizadas para o cálculo dos índices DRIS considerando o subgrupo mais produtivo ($> 4.000 \text{ kg ha}^{-1}$) composto por 85 pontos de amostragem (número de observações) no município de Silvânia, GO na safra 2007/08 e a comparação com as normas segundo Morais (2008) para cultura do algodão.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Média	Desvio Padrão	CV (%)	
Argila (g kg^{-1})	488,71	33,44	6,84	453,77	95,69	21,09	8,19**
P mehlich-1 (mg dm^{-3})	3,68	3,65	99,23	6,75	8,28	122,67	5,14**
MO (g dm^{-3})	25,61	4,17	16,28	34,28	14,35	41,85	11,84**
pH (CaCl_2)	5,01	0,35	7,05	5,33	0,45	8,5	1,68**
K (mg dm^{-3})	76,32	8,96	11,75	108,43	32,78	30,24	13,39**
Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,72	0,70	25,67	3,89	1,70	43,64	5,89**
Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,59	0,18	31,51	0,98	0,37	37,41	4,17**
H+Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	3,86	0,66	17,20	3,68	1,20	32,48	3,28**
V %	47,22	9,63	20,40	57,15	11,70	20,48	1,48*
CTC Total ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	7,37	0,76	10,32	8,83	2,66	30,1	12,24**
Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,29	0,44	153,62	0,19	0,57	297,69	1,70**
S (mg dm^{-3})	13,40	6,35	47,39	30,14	14,60	48,42	5,28**
B (mg dm^{-3})	0,60	0,26	43,41	0,65	0,16	24,97	2,58**
Cu (mg dm^{-3})	0,93	0,53	56,54	1,41	1,51	106,64	8,08**
Fe (mg dm^{-3})	34,45	6,98	20,25	14,54	8,63	59,4	1,53*
Mn (mg dm^{-3})	35,46	16,80	47,38	29,14	16,78	57,58	1,00ns
Zn (mg dm^{-3})	1,61	1,31	81,63	1,70	1,48	87	1,27ns
MO/P	9,78	4,54	46,46	10,46	10,76	102,87	5,62**
P/MO	0,15	0,17	115,27	0,23	0,29	124,13	2,87**
MO/K	0,34	0,07	21,73	0,33	0,15	46,4	4,88**
K/MO	3,08	0,72	23,46	3,69	1,69	45,66	5,48**
MO/Ca	10,17	3,54	34,83	9,58	3,43	35,81	1,06ns
Ca/MO	0,11	0,03	28,65	0,12	0,06	48,71	3,84**
MO/MG	47,82	15,47	32,34	37,07	14,01	37,8	1,22ns
Mg/MO	0,02	0,01	35,16	0,03	0,02	53,02	2,91**

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	
MO/CTC	3,51	0,64	18,36	3,83	0,97	25,27	2,28**
CTC/MO	0,30	0,06	20,23	0,28	0,09	32,18	2,29**
MO/Cu	36,36	23,25	63,93	77,52	93,45	120,56	16,16**
Cu/MO	0,04	0,03	66,81	0,04	0,03	90,86	1,30ns
MO/Zn	32,76	54,41	166,09	30,63	21,35	69,72	6,49**
Zn/MO	0,06	0,05	80,41	0,06	0,07	113,21	1,80**
MO/Mn	0,89	0,46	51,40	1,51	0,81	53,5	3,07**
Mn/MO	1,38	0,62	45,04	0,91	0,61	67,1	1,03ns
MO/Fe	0,80	0,29	36,75	4,40	8,31	188,67	820,26**
Fe/MO	1,41	0,46	32,70	0,57	0,56	98,91	1,49*
P/K	0,05	0,05	100,93	0,07	0,09	131,33	3,13**
K/P	28,72	12,31	42,87	36,03	44,65	123,9	13,15**
P/Ca	1,52	1,70	111,43	1,98	2,12	107,2	1,56*
Ca/P	1,04	0,55	52,78	1,14	1,16	101,72	4,42**
P/Mg	7,35	8,76	119,21	7,55	9,61	127,33	1,20ns
Mg/P	0,23	0,14	62,44	0,28	0,27	93,55	3,59**
P/CTC	0,50	0,48	96,19	0,78	0,83	105,96	3,00**
CTC/P	2,78	1,24	44,50	2,72	2,71	99,7	4,77**
P/Cu	4,51	3,31	73,37	17,04	24,25	142,35	53,68**
Cu/P	0,34	0,24	70,97	0,42	0,64	154,05	7,21**
P/Fe	0,11	0,09	86,14	0,84	1,82	217,65	410,57**
Fe/P	13,03	6,47	49,67	5,78	10,50	181,63	2,63**
P/Mn	0,13	0,16	116,88	0,36	0,51	141,51	10,14**
Mn/P	13,87	10,25	73,96	9,82	17,29	176,02	2,84**
P/Zn	3,39	3,99	117,48	4,86	3,66	75,47	1,19ns
Zn/P	0,49	0,30	60,77	0,69	1,84	267,62	37,80**

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	
K/Ca	30,51	10,71	35,11	34,70	20,88	60,18	3,80**
Ca/K	0,04	0,01	25,94	0,04	0,02	47,1	3,20**
K/Mg	142,57	44,11	30,94	128,75	69,48	53,97	2,48**
Mg/K	0,01	0,00	31,93	0,01	0,00	45,03	4,81**
K/CTC	10,41	1,15	11,01	13,09	4,77	36,4	17,18**
CTC/K	0,10	0,01	11,22	0,09	0,03	36,09	9,75**
K/Cu	107,71	69,28	64,32	299,07	370,05	123,74	28,53**
Cu/K	0,01	0,01	61,90	0,01	0,01	96,25	1,55*
K/Fe	2,31	0,55	23,65	15,02	35,21	234,4	4097,55**
Fe/K	0,45	0,10	21,04	0,15	0,13	82,96	1,62*
K/Mn	2,71	1,41	51,93	5,29	3,41	64,42	5,85**
Mn/K	0,47	0,25	52,90	0,29	0,22	76,33	1,31ns
K/Zn	96,12	156,27	162,59	104,76	87,47	83,49	3,19**
Zn/K	0,02	0,02	80,71	0,02	0,02	108,69	1,11ns
Ca/Mg	4,79	1,03	21,46	3,96	1,08	27,2	1,09ns
Mg/Ca	0,22	0,05	23,58	0,27	0,07	27,46	2,22**
Ca/CTC	0,37	0,08	21,85	0,43	0,10	24,14	1,65**
CTC/Ca	2,91	0,89	30,54	2,53	0,84	33,17	1,12ns
Ca/Cu	3,83	2,65	69,18	8,73	10,22	117,1	14,87**
Cu/Ca	0,38	0,29	76,58	0,36	0,38	105,44	1,73**
Ca/Fe	0,08	0,03	39,71	0,56	1,23	221,21	1679,25**
Fe/Ca	14,28	7,27	50,87	5,52	5,88	106,53	1,53*
Ca/Mn	0,09	0,03	31,88	0,18	0,12	67,94	16,36**
Mn/Ca	12,98	5,45	41,96	8,64	6,52	75,48	1,43*
Ca/Zn	3,20	4,36	136,29	3,31	2,18	65,88	3,99**
Zn/Ca	0,61	0,51	83,28	0,51	0,64	124,52	1,56*
Mg/CTC	0,08	0,02	29,85	0,11	0,03	27,16	2,31**

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	
CTC/Mg	13,71	4,03	29,41	9,69	3,18	32,82	1,61**
Mg/Cu	0,84	0,62	74,74	2,67	3,41	127,55	30,19**
Cu/Mg	1,80	1,34	74,41	1,62	2,07	127,7	2,38**
Mg/Fe	0,02	0,01	42,20	0,15	0,39	251,32	1489,02**
Fe/Mg	65,86	28,50	43,28	20,39	20,98	102,88	1,85**
Mg/Mn	0,02	0,01	38,78	0,05	0,04	76,12	13,40**
Mn/Mg	61,63	26,37	42,78	32,73	22,61	69,06	1,36ns
Mg/Zn	0,77	1,15	150,30	0,91	0,69	75,84	2,81**
Zn/Mg	3,03	2,67	88,14	2,18	3,41	156,71	1,63**
CTC/Cu	10,42	6,93	66,49	21,15	24,33	115,03	12,32**
Cu/CTC	0,13	0,08	60,68	0,15	0,15	99,5	3,29**
CTC/Fe	0,22	0,06	26,09	1,28	3,50	272,83	3397,93**
Fe/CTC	4,72	1,07	22,58	1,91	1,51	79,08	2,00**
CTC/Mn	0,26	0,13	49,35	0,42	0,24	58,36	3,49**
Mn/CTC	4,84	2,49	51,47	3,38	2,18	64,33	1,31ns
CTC/Zn	8,98	12,54	139,56	7,91	4,93	62,31	6,48**
Zn/CTC	0,21	0,17	79,94	0,20	0,20	96,94	1,35ns
Cu/Zn	1,05	1,18	111,74	0,95	0,81	85,18	2,11**
Zn/Cu	2,01	1,56	77,41	3,62	4,74	130,68	9,22**
Cu/Fe	0,03	0,02	61,09	0,11	0,10	86,84	22,94**
Fe/Cu	47,25	28,55	60,42	35,24	55,83	158,42	3,82**
Cu/Mn	0,03	0,03	94,15	0,05	0,05	104,24	3,00**
Mn/Cu	48,23	32,45	67,28	62,82	99,34	158,13	9,37**
Zn/Fe	0,05	0,04	88,27	0,21	0,31	151,94	61,45**
Fe/Zn	42,07	51,75	123,00	14,66	16,28	111,08	10,10**
Mn/Zn	42,89	63,43	147,89	27,22	28,17	103,48	5,07**
Zn/Mn	0,05	0,04	82,78	0,09	0,12	135,56	9,57**

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	
Fe/Mn	1,28	0,85	66,58	0,84	1,09	130,16	1,66**
Mn/Fe	1,10	0,61	55,22	3,70	8,07	218,25	174,87**
B/P	0,22	0,13	60,59	0,22	0,26	120,06	4,04**
P/B	7,09	8,46	119,42	11,58	15,12	130,53	3,19**
B/K	0,01	0,01	42,64	0,01	0,0002	44,27	11,74**
K/B	145,80	47,12	32,32	180,71	79,89	44,21	2,87**
B/Ca	0,24	0,14	59,44	0,22	0,15	70,05	1,17ns
Ca/B	5,23	2,15	41,05	6,49	3,74	57,55	3,02**
B/Mg	1,15	0,68	59,44	0,79	0,50	63,46	1,86**
Mg/B	1,14	0,55	48,48	1,63	0,84	51,57	2,34**
B/CTC	0,08	0,04	43,13	0,08	0,03	41,39	1,43*
CTC/B	14,10	4,52	32,06	14,73	6,86	46,54	2,30**
B/Cu	0,81	0,56	69,16	2,03	2,65	130,67	22,41**
Cu/B	1,77	1,23	69,20	2,43	2,92	120,22	5,65**
B/Zn	0,79	1,60	202,82	0,64	0,51	80,07	9,80**
Zn/B	3,00	2,67	89,03	2,92	2,86	97,74	1,14ns
B/Mn	0,02	0,02	78,80	0,04	0,03	86,74	2,33**
Mn/B	69,44	42,74	61,55	49,10	33,41	68,04	1,64**
B/Fe	0,02	0,01	46,11	0,10	0,25	258,38	611,69**
Fe/B	65,65	23,81	36,27	24,98	18,87	75,54	1,59*
B/MO	0,02	0,01	48,23	0,02	0,01	53,63	1,52*
MO/B	48,99	16,70	34,09	56,97	31,54	55,36	3,57**
S/P	4,89	2,89	59,06	10,30	14,47	140,51	25,08**
P/S	0,39	0,66	166,37	0,27	0,39	141,52	2,91**
S/K	0,17	0,07	42,62	0,32	0,26	81,69	13,62**
K/S	7,72	5,57	72,10	4,31	2,08	48,24	7,18**
S/Ca	5,16	2,82	54,55	10,55	8,85	83,82	9,84**

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Variável	Autor do trabalho			Morais (2008) ¹			Teste F ²
	Média	Desvio padrão	CV (%)	Média	Desvio padrão	CV (%)	
Ca/S	0,27	0,20	74,20	0,16	0,10	61,63	4,11**
S/Mg	24,76	13,21	53,35	37,15	26,28	70,75	3,96**
Mg/S	0,06	0,05	82,22	0,04	0,02	55,89	5,13**
S/CTC	1,79	0,79	44,14	3,95	2,67	67,6	11,43**
CTC/S	0,74	0,51	68,54	0,36	0,19	51,81	7,43**
S/Cu	18,49	13,70	74,08	92,35	119,00	128,85	75,45**
Cu/S	0,10	0,10	106,53	0,06	0,08	121,72	1,75**
S/Zn	14,04	18,80	133,94	31,43	33,87	107,77	3,25**
Zn/S	0,14	0,17	117,91	0,07	0,07	102,05	5,55**
S/Mn	0,46	0,29	62,92	1,59	1,40	87,72	23,16**
Mn/S	3,68	4,03	109,36	1,15	0,78	67,69	26,78**
S/Fe	0,40	0,18	46,18	4,03	8,10	201,07	2023,47**
Fe/S	3,60	3,05	84,75	0,57	0,42	74,52	51,64**
S/MO	0,55	0,30	55,53	1,15	0,89	77,41	8,79**
MO/S	0,55	0,30	55,53	1,15	0,89	77,41	8,79**
B/S	0,06	0,05	87,04	0,03	0,01	37,6	27,94**
S/B	25,17	14,27	56,70	49,69	27,50	55,35	3,71**

¹ Normas DRIS para cultura do algodão, obtidas de uma população com 114 observações de alta produtividade (> 3.000 kg ha⁻¹); ² Razão entre a variância dos autores, sendo: ns – não significativo; * significativo ao nível de 5 %; e ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Segundo Leandro (1998) a heterogeneidade do banco de dados procura deixar a interpretação menos dependente de variáveis como, por exemplo, número de amostras, matérias genéticas e até os sistemas de cultivo, porém perde a sensibilidade no diagnóstico de problemas nutricionais.

As normas de solo obtidas por Morais (2008) para Estado de Goiás (Tabela 11), apresentaram valores médios significativamente diferentes pelo teste F das normas obtidas no município de Silvânia, GO para todas as relações, com exceções das relações MO/Ca, MO/Mg, Cu/MO, Mn/MO, P/Mg, P/Zn, Mn/K, Zn/K, CTC/Ca, Mn/Mg, Mn/CTC, Zn/CTC, B/Ca e Zn/B.

Um outro exemplo de normas DRIS aplicadas às análises de terra foi publicado por Evanylo et al. (1987) e Oliveira & Souza (1993). Os autores distinguiram as normas de solo com base na textura do solo, devido à influência desta variável na interpretação dos resultados.

Leandro (1998) também obteve normas para os solos da região de Rio Verde, Estado de Goiás diferenciando-as de acordo com o extrator empregado para o P (Resina ou Mehlich-1). E quando utilizou o extrator Mehlich-1 a base de dados de alta produtividade foi dividida quanto à textura. O autor comparou suas normas com as normas de Evanylo et al. (1987) para solos ácidos americanos e também distinguidas quanto a textura do solo e verificou grandes discrepâncias entre os valores das relações dos nutrientes dependendo da textura.

Tais resultados indicam a impossibilidade de comparação e aplicação das normas DRIS no solo, obtidas em outras regiões, e a necessidade de obtenção de dados regionais. Ressalta-se ainda, que características tão distintas entre regiões devem exercer variações consideráveis também nos teores foliares.

Embora as normas obtidas neste trabalho coincidam com as normas de Morais (2008) estando dentro do Estado de Goiás, o manejo do solo difere entre elas. Enquanto as normas desse trabalho foram geradas de dados obtidos em área sob plantio semidireto, as normas de Morais foram obtidas de áreas sob diferentes sistemas de cultivo.

A particularização da população de referência quanto às condições edafoclimáticas e, especialmente quanto ao manejo do solo, pode se constituir um refinamento importante para melhorar a precisão dos diagnósticos de problemas nutricionais.

Os coeficientes de variação das normas de solo foram superiores aos obtidos nas normas foliares. Coeficientes de variação acima de 100 % foram observados nas relações P/MO (115,27 %), MO/Zn (166,09 %), P/K (100,93 %), P/Ca (111,43 %), P/Mg (119,21 %), P/Mn (116,88 %), P/Zn (117,48 %), K/Zn (162,59 %), Ca/Zn (136,29 %), Mg/Zn (150,30 %), CTC/Zn (139,56 %), Fe/Zn (123,00 %), Mn/Zn (147,89 %), P/B (119,42 %), B/Zn (202,82 %), P/S (166,37 %), Cu/S (106,53 %), S/Zn (133,94 %), Zn/S (117,91 %) e Mn/S (109,36 %).

É atribuído um menor peso no cálculo dos índices DRIS às relações com maior coeficiente de variação pelo fato de as funções reduzidas serem ponderadas pelos respectivos coeficientes. Assim, na avaliação do estado nutricional da cultura do algodão, a diagnose pelas normas foliares é mais sensível do que pelas normas da análise de terra.

4.2.2 Interpretação dos índices DRIS

Nos Apêndices A e B são apresentados os índices DRIS para cada nutriente em cada ponto de amostragem na Fazenda Cedro no município de Silvânia, respectivamente para a análise foliar e de terra para a cultura do algodão. A ordem decrescente quanto à limitação (deficiência a excesso) e o Índice de Balanço Nutricional também foram apresentados para cada ponto de amostragem.

Depois da ordenação dos índices DRIS em cada ponto de amostragem (Apêndices A e B), obteve-se a distribuição de frequência dos índices (Tabelas 12 e 13). Essa distribuição de frequência, ao contrário da obtida para os pontos de amostragem interpretados pelas faixas de concentração ou níveis críticos, não possibilita uma interpretação em classes definidas (baixa, média, adequada, alta etc.).

Assim, os dados foram interpretados segundo o procedimento de Leandro (1998), considerando a porcentagem de ocorrência de limitação total (avaliando-se todas as variáveis com índices negativos) e em primeira, segunda e terceira ordem (avaliando-se os primeiros, os segundos e os terceiros índices mais negativos de cada ponto de amostragem respectivamente). A porcentagem de ocorrência de limitação total nesse trabalho seria equivalente à classe baixa das faixas de concentração ou níveis críticos, e quando houver a classe muito baixa, seria a soma das classes baixa e muito baixa.

Leandro (1998) relata que na interpretação da porcentagem de ocorrência de limitação total, em algumas situações, são consideradas deficientes as variáveis negativas

muito próximas a estado de equilíbrio nutricional (índices iguais a zero), o que pode provocar distorções nas interpretações. Para Kelling & Schulte (1986) a faixa de melhor balanço nutricional situa-se no intervalo de -15 a +15, enquanto para Escano et al. (1981) está entre -1,0 e +1,5 e para Soltanpour et al. (1995) de -7 a +7. Devido a este problema relatado por Leandro (1998), também considerou-se na interpretação, as três primeiras ordens mais negativas de limitação e a média entre as três para aumentar a sensibilidade do diagnóstico.

Ao se comparar as porcentagens de ocorrência de limitação total dos nutrientes (Tabela 12 e 13) com as distribuições de frequência das faixas de concentração ou níveis críticos (Tabela 3 e 4), verifica-se que os métodos de diagnose do estado nutricional apresentaram alguns resultados discordantes tanto para análise de terra como para de folha.

No método das faixas de concentração, a ordem de limitação por deficiência nas análises foliares foi $S > Zn > K > N > Mg$ de acordo com os critérios de Silva et al. (1995) e de acordo com Malavolta (2006) foi $S > Zn = K > B > N > Ca > Mg$.

Pelos critérios dos dois autores existe uma grande porcentagem de amostras que apresentam os nutrientes S, Zn, K e N deficientes, e ainda segundo Malavolta (2006), o B também encontra-se deficiente (Tabela 5). A inclusão do B é de grande importância, pois as variedades modernas são muito produtivas, porém extremamente exigentes em nutrientes, principalmente o B. Este é responsável por regularizar o ciclo e o tamanho das plantas, aumentar o peso médio dos capulhos e das sementes e melhorar algumas características da fibra, como comprimento e maturidade (Silva et al., 1979; Silva et al., 1982).

Pelo método de diagnose DRIS a ordem de limitação a partir da porcentagem de ocorrência de limitação total para as análises foliares foi $S > B > Fe = Zn > N > P > Ca = Mn > Mg > K > Cu$. Verifica-se na Tabela 12 que as maiores diferenças entre os métodos foram para as variáveis K (93,5 %), Zn (88,51 %), S (82,7 %), B (64,3 %), N (62,1 %).

Para o K, o método DRIS apresentou 93,5 % de deficiências a menos que o método das faixas de concentração (Tabela 12), demonstrando que realmente este não é o mais limitante pelo DRIS. E ainda, analisando o Apêndice A, observa-se que aproximadamente 60 % das amostras de folha apresentaram o K na última ordem de limitação (os valores mais positivos de cada ponto de amostragem), evidenciando um possível excesso do nutriente.

Tabela 12. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar para cultura do algodão em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Variável	% de Ocorrência ¹				Média	Diferença em relação às faixas de concentração (%) ²	
	Total	1 ^a Ordem	2 ^a Ordem	3 ^a Ordem			
N	9,16	5,56	10,19	16,67	10,80	62,14	60,50
P	7,72	0,93	6,48	4,63	4,01	-7,72	-4,01
K	5,57	9,26	10,19	2,78	7,41	93,53	91,69
Ca	6,46	0,00	3,70	13,89	5,86	16,64	17,24
Mg	5,92	4,63	5,56	11,11	7,10	0,58	-0,60
S	17,24	12,96	23,15	23,15	19,75	82,76	80,25
B	15,26	53,70	8,33	8,33	23,46	64,34	56,14
Cu	5,03	1,85	2,78	8,33	4,32	-5,03	-4,32
Fe	10,59	5,56	17,59	11,11	11,42	-10,59	-11,42
Mn	6,46	4,63	2,78	13,89	7,10	-4,56	-5,20
Zn	10,59	9,26	22,22	10,19	13,89	88,51	85,21

¹ Na ocorrência total consideram-se todos os índices negativos, nas % de ocorrência de 1^a, 2^a e 3^a consideram-se primeiros, segundos e terceiros índices mais negativos de cada ponto de amostragem respectivamente e a média refere-se a média entre as três % de ocorrência anteriores; ² 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 (2006) e a porcentagem de ocorrência total pelo método DRIS. A segunda coluna é a diferença entre porcentagem de ocorrência de amostras na classe abaixo da adequada, pelo método das faixas de concentração proposto por Malavolta (2006) e a porcentagem de ocorrência média pelo método DRIS.

Em relação ao Fe, Cu e Mn, o método DRIS apresentou 10,5 %, 5,0 % e 4,5 % de amostras com deficiência desse nutriente respectivamente (Tabela 12), enquanto o método das faixas não apresentou amostras deficientes em Fe, e ainda classificou a maioria das amostras quanto aos três nutrientes como acima da faixa adequada (Tabela 5).

Como já foi discutido anteriormente, as faixas propostas por Malavolta (2006) são muito estreitas para micronutrientes, e em se tratando de cultivares modernas como a Fibermax 966 e 993 e Delta Opal que são responsivas a solos bem corrigidos e com alta fertilidade, pode ser que essa interpretação segundo Malavolta (2006) não seja adequada.

Outra explicação para as deficiências de Fe e Mn indicados pelo DRIS, pode estar relacionada com os altos teores dos elementos encontrados nos pontos de amostragem com altas produtividades, o que acarretou numa superestimação das normas, provocando falsos diagnósticos de deficiências.

Os destaques são para B, S e Zn porque apesar do método clássico apresentar 64,3 %, 82,7 % e 88,5 % respectivamente, de amostras deficientes a mais que o método DRIS, esses nutrientes obtiveram uma grande porcentagem de amostras limitantes em

primeira e segunda ordem, especialmente o B (Tabela 12). Esse resultado tem grande expressão no diagnóstico dos nutrientes mais limitantes a produção e supre a carência dos métodos tradicionais de interpretação neste sentido.

Diante das dificuldades apresentada por Leandro (1998) da interpretação com base na porcentagem de ocorrência de limitação total, fez-se a ordenação de deficiência interpretada pela média das três ordens mais limitantes para aumentar a confiabilidade do método DRIS. Assim, obteve-se a seguinte ordem: $B > S > Zn > Fe > N > K > Mn = Mg > Ca > Cu > P$. Observa-se na Tabela 12 que as maiores diferenças entre o método DRIS e o das faixas de concentração foram para as variáveis K (91,6 %), Zn (85,2 %), S (80,2 %), N (60,5 %) e B (56,1 %). Essas diferenças e a ordem de limitação são semelhantes à obtida pela porcentagem de ocorrência de limitação total.

Portanto, para os dois métodos de interpretação, grande parte dos pontos de amostragem apresentou como nutrientes mais limitantes por deficiência B, S, Zn e N.

Para as análises de terra, a ordem de limitação por deficiência indicada pelo método das faixas de concentração ou níveis críticos foi $P > Zn > CTC = MO > Mg > Ca > Cu > S$, enquanto para o método DRIS através da porcentagem de ocorrência de limitação total foi $K > S > P > MO > Mn > B > CTC > Ca > Zn > Mg > Fe > Cu$ (Tabela 13). As maiores diferenças entre os métodos envolveram os nutrientes P (76,3 %), Zn (30,7 %), CTC (25,4 %), MO (23,5 %), Mg (16,0 %) e K (14,7 %).

O método DRIS apresentou maior quantidade de amostras com deficiência para as variáveis K, S, B, Fe e Mn da análise de terra (Tabela 13). Apesar do método das faixas de concentração ter apresentado 76,7 % de amostras a mais com deficiência de P que o DRIS, este nutriente encontra-se como um dos mais limitantes pela ordem de limitação do método DRIS e ainda aparece como um dos mais limitantes em primeira e segunda ordem (22,2 % e 21,3 % respectivamente).

O nutriente S interpretado pelo DRIS apresentou maior quantidade de amostras deficientes em relação as faixas de concentração, e ainda, apresentou 29,6 % de amostras deficientes em primeira ordem (Tabela 13), essa deficiência é comprovada também na análise foliar. O P mesmo não apresentando maior quantidade de amostras deficientes pelo DRIS na análise de terra, também se apresentou deficiente nas análises foliares.

Tabela 13. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise de terra para cultura do algodão em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Variável	% de Ocorrência ¹				Média	Diferença em relação às faixas de concentração (%) ²	
	Total	1 ^a Ordem	2 ^a Ordem	3 ^a Ordem			
MO	9,79	16,67	8,33	8,33	11,11	23,51	22,19
P	10,27	22,22	21,30	9,26	17,59	76,73	69,41
K	14,77	9,26	24,07	16,67	16,67	-14,77	-16,67
Ca	6,74	0,93	8,33	8,33	5,86	2,56	3,44
Mg	5,30	3,70	7,41	4,63	5,25	16,00	16,05
CTC	7,87	0,00	1,85	8,33	3,40	25,43	29,90
S	14,29	29,63	14,81	18,52	20,99	-10,59	-17,29
B	8,51	6,48	11,11	15,74	11,11	-8,51	-11,11
Cu	3,21	1,85	1,85	6,48	3,40	2,39	2,20
Fe	4,33	2,78	2,78	5,56	3,70	-4,33	-3,70
Mn	8,67	12,04	5,56	8,33	8,64	-8,67	-8,64
Zn	6,26	4,63	6,48	5,56	5,56	30,74	31,44

¹ Na ocorrência total consideram-se todos os índices negativos, nas % de ocorrência de 1^a, 2^a e 3^a consideram-se primeiros, segundos e terceiros índices mais negativos de cada ponto de amostragem respectivamente; e a média refere-se a média entre as três % de ocorrência anteriores; ² A primeira coluna é a diferença entre porcentagem de ocorrência de amostras na classe baixa e/ou muito baixa, pelo método das faixas de concentração proposto por Sousa & Lobato (2004) e a porcentagem de ocorrência total pelo método DRIS. A segunda coluna é a diferença entre porcentagem de ocorrência de amostras na classe baixa e/ou muito baixa, pelo método das faixas de concentração proposto por Sousa & Lobato (2004) e a porcentagem de ocorrência média pelo método DRIS.

O método das faixas de concentração não encontrou amostras deficientes em B nas análises de terra, enquanto o DRIS encontrou tanto nas análises de terra como nas de folha. Essa confirmação do resultado de deficiência de B no solo e nas folhas pelo DRIS, pode ser o resultado de uma calagem excessiva, ou mal feita (Staut & Kurihara, 2001), principalmente porque em sistemas de preparo do solo como o plantio semidireto, essa atividade é feita apenas nas camadas superficiais. A calagem promove o aumentando do pH do solo, e um aumento exagerado, pode reduzir a disponibilidade de micronutrientes devido a formação de compostos insolúveis.

A interpretação do K pelo método DRIS nas análises de terra, obteve 14,7 % de amostra com deficiência do nutriente (Tabela 13), enquanto o método das faixas de concentração não encontrou amostras deficientes nas análises de terra, apenas nas de folha.

Pelo DRIS também foi encontrada deficiência nas folhas, mas grande parte das amostras apresentou o nutriente como excessivo. Pode ser que a elevada deficiência nas análises de terra esteja relacionada com teores altos de K na população de referência ou de

alta produtividade, em que se obtiveram as normas, provocando falsos diagnósticos de deficiências.

Ao comparar a ordem de limitação obtida pela porcentagem de ocorrência de limitação total com a ordem obtida pela porcentagem de ocorrência média na análise de terra (Tabela 13), verificou-se que a ordem das deficiências é semelhante. A ordem de limitação pela ocorrência média foi $S > P > K > MO = B > Mn > Ca > Zn > Mg > Fe > CTC = Cu$.

Quanto a MO, o método DRIS apresentou 23,5 % de deficiências a menos que o método das faixas de concentração, porém 16,6 % de amostras limitantes em primeira ordem, assim os dois métodos discriminaram a MO como uma das variáveis mais limitantes (Tabela 13). Apesar da área em estudo adotar um sistema de preparo do solo mais conservacionista (plantio semidireto), verificou-se que alguns pontos de amostragem na área apresentam elevada erosão, que associada ao clima da região dos Cerrados com altas temperaturas e precipitação mal distribuída, proporcionaram maior oxidação dessa MO. A deficiência em MO com uma calagem mal feita pode ter contribuído para aumentar a deficiência de B (Staut & Kurihara, 2001).

O método DRIS apresentou maior sensibilidade para diagnosticar deficiências de micronutrientes, especialmente para B, Fe e Mn, verificando-se limitações tanto nas análises de terra como nas de folha.

Os métodos de interpretação indicaram que os nutrientes em comum, que estão limitantes por deficiência nas análises de terra são P, Zn, Ca e MO. O DRIS indicou deficientes os nutrientes S, P, B, Zn, Fe e Mn tanto nas análises de terra como nas de folhas.

Em relação ao Índice de Balanço Nutricional (IBN), verifica-se nos Apêndice A e B que os melhores IBN (valores mais próximos de zero) foram encontrados nos pontos de amostragem 24, 29, 30, 33, 44, 47, 51, 57, 60, 78, 100 e 108 simultaneamente para as análises de terra e de folha. Tais pontos de amostragem apresentaram produtividades acima de 4.500 kg ha^{-1} de algodão em caroço.

Na Tabela 14 e 15 são apresentados os ajustes de equações de regressão polinomiais entre o teor do nutriente (variável independente) e o índice DRIS (variável dependente), respectivamente para as análises foliar e de terra. As equações foram significativas para todas as variáveis pelo teste F.

Na análise foliar, os coeficientes de regressão para todos os nutrientes foram altos, exceto para o nutriente N que ficou em torno de 0,22. Já na análise de terra, muitos coeficientes foram baixos com o destaque para as variáveis MO (0,29), K (0,30), Mg (0,34), CTC (0,07) e B (0,43). Esses baixos coeficientes de regressão diminuem a confiabilidade dos níveis de suficiência regional para estas variáveis nas análises foliares e de terra.

Tabela 14. Equações de regressão polinomial entre a concentração da variável (Y) e o seu índice DRIS (X) na análise foliar, coeficiente de regressão (r^2), Nível de suficiência regional (NSR), Desvio padrão da população de alta produtividade (DP) e teste F para cultura do algodão em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Variável	NSR	DP	Coeficiente da Equação $Y = a + bx + cx^2$			r^2 / teste F ¹
			a	b	c	
N (g kg ⁻¹)	48,40	6,29	Y = 48,40070	+ 0,22371	x - 0,00143	x ² 0,22**
P (g kg ⁻¹)	4,77	1,23	Y = 4,77111	+ 0,10200	x + 0,00095	x ² 0,78**
K (g kg ⁻¹)	13,47	4,16	Y = 13,47576	+ 0,13537	x + 0,00331	x ² 0,63**
Ca (g kg ⁻¹)	33,60	10,08	Y = 33,60431	+ 0,79721	x + 0,00594	x ² 0,88**
Mg (g kg ⁻¹)	5,24	1,29	Y = 5,24647	+ 0,11780	x + 0,00121	x ² 0,74**
S (g kg ⁻¹)	2,71	1,52	Y = 2,71982	+ 0,09851	x + 0,00054	x ² 0,84**
B (mg kg ⁻¹)	50,34	16,68	Y = 50,34835	+ 1,04342	x + 0,01184	x ² 0,82**
Cu (mg kg ⁻¹)	14,26	6,16	Y = 14,26457	+ 0,44781	x + 0,00146	x ² 0,96**
Fe (mg kg ⁻¹)	347,09	240,65	Y = 347,09586	+ 8,45370	x + 0,01782	x ² 0,93**
Mn (mg kg ⁻¹)	155,92	61,30	Y = 155,92058	+ 4,93491	x + 0,04751	x ² 0,85**
Zn (mg kg ⁻¹)	22,49	7,15	Y = 22,49541	+ 0,54969	x + 0,00405	x ² 0,83**

¹ Nível de significância do teste F: ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 15. Equações de regressão polinomial entre a concentração da variável (Y) e o seu índice DRIS (X) na análise de terra, coeficiente de regressão (r^2), Nível de suficiência regional (NSR), Desvio padrão da população de alta produtividade (DP) e teste F para cultura do algodão em 108 pontos de amostragem no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Variável	NSR	DP	Coeficiente da Equação $Y = a + bx + cx^2$			r^2 / teste F ¹
			a	b	c	
MO (g dm ⁻³)	31,01	8,14	Y = 31,01202	+ 0,37303	x + 0,00153	x ² 0,29**
P (mg dm ⁻³)	5,75	6,80	Y = 5,75068	+ 0,11401	x + 0,00017	x ² 0,63**
K (mg dm ⁻³)	101,32	21,32	Y = 101,32230	+ 1,50549	x - 0,00903	x ² 0,30**
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,35	1,07	Y = 3,35025	+ 0,07997	x - 0,00051	x ² 0,50**
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,74	0,28	Y = 0,74932	+ 0,00671	x + 0,00001	x ² 0,34**
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,28	1,36	Y = 8,28119	+ 0,07498	x - 0,00032	x ² 0,07**
S (mg dm ⁻³)	20,43	16,67	Y = 20,43754	+ 0,57541	x + 0,00028	x ² 0,58**
B (mg dm ⁻³)	0,57	0,22	Y = 0,57558	+ 0,00676	x - 0,000042	x ² 0,43**
Cu (mg dm ⁻³)	1,13	0,60	Y = 1,13814	+ 0,03535	x + 0,00019	x ² 0,79**
Fe (mg dm ⁻³)	27,70	12,15	Y = 27,70804	+ 0,35737	x + 0,00029	x ² 0,66**
Mn (mg dm ⁻³)	34,38	17,89	Y = 34,38419	+ 0,88009	x + 0,00296	x ² 0,68**
Zn (mg dm ⁻³)	1,63	1,49	Y = 1,63073	+ 0,05659	x + 0,00023	x ² 0,66**

¹Nível de significância do teste F: ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

A partir das equações de ajuste (Tabelas 14 e 15) obteve-se os níveis de suficiência regional para cada variável das análises de folha e terra, pelo método DRIS para o procedimento de cálculo proposto por Alvarez & Leite (1992). O procedimento para gerar os NSR foi o proposto por Oliveira & Souza (1988) e Oliveira (1993).

Através dos níveis de suficiência regional foram obtidas as faixas de suficiência regional (Tabela 16) para cada variável da análise de folha e terra e comparadas às faixas de concentração ou níveis críticos (Tabela 2 e 3).

Ao comparar as faixas de suficiência regional obtidas pelo DRIS para as análises foliares com as faixas de concentração propostas por Silva et al. (1995) e Malavolta (2006), verifica-se na Tabela 16 que, para maioria dos nutrientes o limite inferior e superior das faixas aumentou, exceto para K, S e Zn, que tiveram o limite inferior e superior reduzidos. Os nutrientes Mg, Cu e Mn tiveram seus limites superiores reduzidos quando comparados com as faixas de concentração propostas por Silva et al. (1995).

Tabela 16. Faixas de suficiência regional para interpretação dos resultados de análises químicas de terra e folha para cultura do algodão.

Variável da análise foliar	Faixa de suficiência regional ¹	Variável da análise de terra	Faixa de suficiência regional ¹
N (g kg ⁻¹)	48,4-54,6	MO (g dm ⁻³)	31,0-39,1
P (g kg ⁻¹)	4,7-6,0	P (mg dm ⁻³)	5,7-12,5
K (g kg ⁻¹)	13,4-17,6	K (mg dm ⁻³)	101,3-122,6
Ca (g kg ⁻¹)	33,6-43,6	Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,3-4,4
Mg (g kg ⁻¹)	5,2-6,5	Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,7-1,0
S (g kg ⁻¹)	2,7-4,2	CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,2-9,6
B (mg kg ⁻¹)	50,3-67,0	S (mg dm ⁻³)	20,4-37,1
Cu (mg kg ⁻¹)	14,2-20,4	B (mg dm ⁻³)	0,5-0,7
Fe (mg kg ⁻¹)	347,0-587,7	Cu (mg dm ⁻³)	1,1-1,7
Mn (mg kg ⁻¹)	155,9-217,2	Fe (mg dm ⁻³)	27,7-39,8
Zn (mg kg ⁻¹)	22,4-29,6	Mn (mg dm ⁻³)	34,3-52,2
-	-	Zn (mg dm ⁻³)	1,6-3,1

¹ Obtida através da soma do nível de suficiência regional (NSR) com o Desvio padrão (DP) da população de referência, sendo o NSR o limite inferior e o limite superior a soma com o DP.

Para a análise de terra, as faixas de suficiência regional obtidas para as variáveis K, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn tiveram seus limites inferiores e superiores aumentados quando comparados com as faixas de concentração de Sousa & Lobato (2004). A faixa de suficiência regional para a CTC foi reduzida o limite inferior e o superior e para Ca e Mg o limite inferior foi aumentado e superior reduzido, enquanto para P o limite inferior foi reduzido e o superior aumentado. A MO foi a única variável que apresentou o limite inferior da faixa de suficiência regional igual a da faixa de concentração proposta por Sousa & Lobato (2004), mas seu limite superior foi reduzido (Tabela 16).

Além da comparação feita entre as faixas de suficiência regional obtidas pelo DRIS nesse trabalho e os métodos das faixas de concentração ou níveis críticos, também foi feita a comparação com outras faixas de suficiência obtidas pelo DRIS publicadas por outros autores.

Na Tabela 17 são apresentadas as faixas de suficiência regional obtidas pelo método DRIS para as análises foliares deste trabalho e a comparação com outras faixas também obtidas pelo DRIS para cultura do algodão.

As faixas de suficiência regional obtidas para análise foliar em Silvânia, município de Goiás foram semelhantes às obtidas por Morais (2008) que também obtiveram suas faixas no Estado. Ao comparar os limites inferiores, que correspondem aos níveis de suficiência regional, deste trabalho com os de Morais (2008), verificaram-se

semelhanças para os nutrientes P, Mg e Mn. Para os outros nutrientes as faixas foram menores ou parcialmente menores (Tabela 17).

Tabela 17. Faixas de suficiência obtidas pelo método DRIS para interpretação dos resultados da análise foliar para a cultura algodão propostas por diferentes autores.

Variável	Faixa de suficiência de acordo com diferentes autores ¹			
	A	B	C	D
N (g kg ⁻¹)	48,4-54,6	39,1-47,3	32,7-35,4	50,0-55,0
P (g kg ⁻¹)	4,7-6,0	2,3-3,4	2,1-2,6	4,0-6,0
K (g kg ⁻¹)	13,4-17,6	13,7-24,2	14,6-19,8	17,0-22,0
Ca (g kg ⁻¹)	33,6-43,6	16,9-25,5	18,6-23,4	23,0-33,0
Mg (g kg ⁻¹)	5,2-6,5	2,7-4,1	5,8-7,2	5,0-6,0
S (g kg ⁻¹)	2,7-4,2	3,8-7,6	3,1-4,5	4,0-6,0
B (mg kg ⁻¹)	50,3-67,0	28,0-52,0	31,7-33,0	65,0-80,0
Cu (mg kg ⁻¹)	14,2-20,4	7,0-15,0	9,1-10,4	15,0-30,0
Fe (mg kg ⁻¹)	347,0-587,7	50,0-96,0	182,1-182,2	380,0-1100,0
Mn (mg kg ⁻¹)	155,9-217,2	44,0-98,0	35,7-44,3	115,0-200,0
Zn (mg kg ⁻¹)	22,4-29,6	17,0-41,0	81,3-81,8	28,0-38,0

¹A: obtida nesse trabalho; B: Kurihara et al. (2008); C: Serra et al. (2008) e D: Morais (2008).

Kurihara et al. (2008) e Serra et al. (2008) publicaram faixas de suficiência bem menores que as de Silvânia, GO. Esses autores obtiveram suas faixas nos Estados de Mato Grosso e Bahia respectivamente. Ao comparar os limites inferiores das faixas deste trabalho com os dos autores acima, verifica-se que apenas S e K apresentam estes limites menores (Tabela 17).

O DRIS tem grande potencial para obtenção de faixas de suficiência para interpretação das análises de terra e folha, porém a discriminação dessas faixas por região, produtividade da população de referência, cultivares, sistemas de preparo do solo, constitui-se em um refinamento importante para obter confiabilidade e precisão nas interpretações.

5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

- 1) Os métodos de diagnose avaliados neste trabalho apresentaram interpretações distintas;
- 2) Os nutrientes S, P, B, Zn, Fe e Mn são os mais limitantes para a cultura do algodão na área comercial estudada, obtidos pelas análises de terra e de folha, diagnosticados pelo método DRIS;
- 3) Por meio do DRIS é possível estabelecer a ordem de limitação dos nutrientes nas análises de terra e de folha;
- 4) Estabeleceu-se normas para composição um banco de dados para a utilização do DRIS no Estado de Goiás e
- 5) O método DRIS possibilita a determinação de faixas de suficiência para condições específicas.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; RAIJ, B. V.; BATAGLIA, O. C.; ANDRADE, J. C. Extraction of boron from soil by microwave heating ICP-AES determination. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 19, p. 3321-3333, 1994a.
- 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: SBCS, 2007. cap. 11, p. 646-736.
- ABREU, C. A.; NOVAIS, R. F.; RAIJ, B. V.; RIBEIRO, A. C. Comparação de métodos químicos para avaliar a disponibilidade de manganês em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 81-90, 1994b.
- ABREU, C. A.; RAIJ, B. V. Efeito da reação do solo no zinco extraído pelas soluções de DTPA e Mehlich-1. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 357-363, 1996.
- ALMEIDA NETO, J. X.; SOBRINHO, M. O. C. Fixação de fósforo em três solos sob Cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 12-15, 1977.
- ANDREW, C. S. Problems in the use of chemical analyses for diagnosis of plant nutrient deficiencies. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Australian, v. 34, n. 3, p. 154-162, 1968.
- ANUÁRIOS. **Anuário Brasileiro de Algodão**. Rio Grande do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz do Sul, 2008. 136 p. Disponível em: <<http://www.anuarios.com.br/>> Acesso em: 02 dez. 2008.
- ALTMANN, N.; PAVINATO, A. **Experiências da SLC Agrícola no manejo da fertilidade do solo no Cerrado**. Piracicaba: Potafos, 2001. p. 1-4. (Informações Agronômicas, 94).
- 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.

- ALVAREZ, V. H., ROSCOE, R., KURIHARA, C. H., PEREIRA, N. F. Enxofre. 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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. X, p. 595-644.
- BALDOCK, J. O. & SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 3, p. 448-456, 1996.
- BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 333-338, 1990.
- BARTZ, H. R.; MAGALHÃES, A. F. Avaliação da disponibilidade de boro através de soluções extratoras em alguns solos do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 89-96, 1975.
- BATAGLIA, O. C. Análise química de plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafós, 1991. cap. 6, p. 289-308.
- BATAGLIA, O. C. & DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986, p. 179.
- BATAGLIA, O. C. & DECHEN, A. R. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 646-659.
- BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. V. Eficiência de extratores na determinação de boro em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 1, p. 25-31, 1990.
- BATAGLIA, O. C. & SANTOS, W. R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 339-344, 1990.
- BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. **Análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1978. 31 p. (Boletim Técnico, 87).
- BEAUFILS, E.R. **Contribution to the study of mineral elements in field latex**. London: Proc. 3rd Rubb. Tech. Conf., 1954. 87 p.
- BEAUFILS, E.R.; Pesquisa de uma exploração racional de hévea após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. **Fertilité**, Paris, v. 3, n. 27, p. 27-38, 1957.

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).

BEAUFILS, E. R.; SUMNER, M. E. Application of the DRIS approach for calibrating soil and plant factors in their effects on yield of sugarcane. In: South African Sugar Technologists Association, 50., 1976, KwaZulu-Natal. **Proceedings...** KwaZulu-Natal: SASTA, 1976. p. 118-124.

BEAUFILS, E. R.; SUMNER, M. E. Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca and Mg requirements of sugarcane by DRIS approach. In: South African Sugar Technologists Association, 51., 1977, KwaZulu-Natal. **Proceedings...** KwaZulu-Natal: SASTA, 1977. p. 123-127.

BELL, P. F.; HALLMARK, W. B.; SABBE, W. E.; DOMBECK, D. G. Diagnosing nutrient deficiencies in soybean, using M-DRIS and critical nutrient level procedures. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 5, p. 859-865, 1995.

BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 491 p.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo. In: BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, v.1, cap. 3, p. 55-86.

BENKE, F. M.; FURLANI JÚNIOR, E.; PERSEGIL, E. O.; FERRARI, S. REIS, A. R. Marcha de absorção de nutrientes e teor de matéria seca para o cultivar de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) Ita 90 nas condições de Selvíria-MS. In: FERTBIO 2004. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., 2004. Lages. **Anais...** Lages: SBCS/UEDESC, 2004. 1 CD ROM.

BERGER, K. C.; TRUOG, E. Boron determination in soils and plants using the quinizarin reaction. **Industrial and Engineering Chemistry**, Washington, v. 11, n. 10, p. 540-545, 1939.

BEVERLY, R. B. Comparison of DRIS and alternative nutrients diagnostic methods for soybean. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 10, n. 8, p. 901-920, 1987a

BEVERLY, R. B. Modified DRIS method for simplified nutrient diagnostic of "Valencia" oranges. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 10, n. 9, p. 1401-1408, 1987b.

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**, New York, v. 17, n. 3, p. 237-256, 1986.

BEVERLY, R. B. **A practical guide to the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Atenas: Micro-Macro-Publishing, 1991. 87 p.

BUZETTI, S. Estudo da eficiência de extratores químicos de zinco, no solo, para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, n. 3, p. 367-372, 1992.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. Situação da análise de solo e planta no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA/SBCS, 1995. p. 9-33.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. 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: SBCS, 2007. cap. 13, p. 769-850.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, A. C. B. Manejo de solos aptos à cotonicultura no Cerrado. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap. 6, p.193-224.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap. 16, p.581-647.

CASAGRANDE, J. C. **O boro em solos do município de Piracicaba**. 1978. 122 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1978.

CASSMAN, K. G. Cotton. In: BENNETT, W. F. (Ed.). **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants**. Saint Paul: APS Press, 1993. cap. 10, p. 111-119.

CHANG, M. A.; OOSTERHUIS, D. M. Cotton response to foliar application of potassium compounds at different pH levels. **Better Crops with plant Food**, Norcross, v. 79, n. 2, p. 20-22, 1995.

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

COKER, D. L.; OOSTERHUIS, D. M. Water deficit and potassium partitioning in cotton. In: COTTON RESEARCH MEETING, 1999, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: Arkansas Agricultural Experiment Station, 1999. Disponível em: <<http://www.uark.edu/depts/agripub/publications/specialreports>>. Acesso em: 8 nov. 2008.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE GOIÁS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Goiás**. Goiânia: UFG-Emgopa, 1988. 101 p. (5ª aproximação).

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativa de safra 2007/2008**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2008.

COSTA, S. R.; BUENO, M. G. **A saga do algodão**: das primeiras lavouras à ação na OMC. Rio de Janeiro: Insight Engenharia, 2004. 144 p.

COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Physiological impact of plant growth regulators in cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1993, Dallas. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1993. Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pucd/b1239.htm>>. Acesso em: 8 nov. 2008.

COX, F. R.; KAMPRATH, E. J. Micronutrient soils test. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L.(Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Socociety American, 1973. p. 289-317.

CRAVEN, L. A.; STEWART, J. McD.; BROWN, A. H. D.; GRACE, J. P. The Australian wild species of *Gossypium*. In: WORLD COTTON RESEARCH CONFERENCE, 1., 1994, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: Challenging the future, 1994. p. 278-281.

CUNHA, P. P. da. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glicine max* (L.) Merrill)**. 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

CZYCZA, R. V.; FONTANIVA, S.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; VALE, F. Eficiência agrônômica de diferentes fertilizantes contendo enxofre para a cultura do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja/SBCS/IAPAR/UEL, 2008. 1 CD-ROM

DAHNIKE, W. C.; OLSEN, R. A. Soil test correlation, calibration, and recommendation. In: WESTERMAN, R. L. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. 3. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p. 45-71.

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.

DENCK, J. C.; MUNIZ, A. S.; SILVA, M. A. G.; MATA, J. D. V. Adubação com enxofre para a cultura da soja, em solo da Região de Goioerê – PR. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja/SBCS/IAPAR/UEL, 2008. 1 CD-ROM.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H.; BENTVELSEN, C. L. M.; BRANSCHIED, V.; PLUSJÉ, J. M. G. A.; SMITH, M.; UITTENBOGAARD, G. O.; VAN DER WAL, H. K. **Yield Response to Water**. Roma: FAO Irrigation and Drainage Paper 33, 1979. 193 p.

DOW, A. I.; ROBERTS, S. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 2, p. 401-403, 1982.

- EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER T.; GUIMARÃES, M. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em Latossolos sob pastagens no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.3, p. 1009-1016, 2008.
- ELWALI, A. M. O & GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 3, p. 466-470, 1984.
- 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.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. 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: SBCS, 2007. cap. 9, p. 552-594.
- ESCANO, C. R.; JONES, C. A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn on Hydric Dystrandpeats: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, n. 3, p. 1140-1144, 1981.
- EVANYLO, G. K.; SUMNER, M. E.; LETZSCH, W. S. Preliminary development and testing of DRIS soil norms for soybean production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 18, n. 12, p. 1355-1377, 1987.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1991. 476 p.
- FARIAS, F. J. C.; MORELLO, C. L.; FREIRE, E. C. Produtividade registrou ótimos ganhos na última década. **Visão Agrícola**, Esalq/Piracicaba, v. 2, n. 6, p.26-29, jul. 2006.
- FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L.; LIRA, A. J. S. Comportamento de cultivares e linhagens elites de algodoeiro no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007. Uberlândia. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2007. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S. **Adubação do algodoeiro no Cerrado: com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia**. Campina Grande (PB): Embrapa Algodão, 2005. 71 p. (Documentos, 138).
- FERREIRA, A. C. B.; CARVALHO, M. C. S.; BARBOSA, K. A.; LEANDRO, W. M. Calibração dos teores de potássio no solo e na folha do algodoeiro no Cerrado de Goiás. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005. Paraíba. **Anais...** Campina Grande (PB): Embrapa Algodão, 2005. 1. CD-ROM.
- FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M. **Manejo do solo e instalação da cultura do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 6 p. (Circular técnica, 91).

FERREIRA, G. B.; SEVERINO, L. S.; SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B. Manejo e Fertilidade de Solo. In: SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B. (Ed.) **Resultados de pesquisa com a cultura do algodão no oeste e sudoeste da Bahia, Safra 2003/2004**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 32-80. (Documentos, 133).

FERREIRA FILHO, J. B. S.; ALVES, L. R. A. Aspectos Econômicos do algodão no Cerrado. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap. 2, p. 53-90.

FREIRE, E. C. História do algodão no Cerrado. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap 1, p. 21-52.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. Cultivares de algodão para o Centro-Oeste. In: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão. **Algodão: tecnologia de produção**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p.159-180.

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

FRYE, I. A. A.; KAIRUZ, I. A. G. Manejo de suelos y uso de fertilizantes. In: FEDERACIÓN NACIONAL DE ALGODONEROS. **Bases técnicas para el cultivo del algodón em Colômbia**. Bogotá: Guadalupe, 1990. p. 113-202.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N. M.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; ROSOLEM, C. A.; CARVALHO, M. A. C. Extração de macronutrientes e crescimento da cultivar de algodão IAC 22. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 1, n. 1, p. 27-43, 2001.

FUZATO, M. G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.) **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. cap. 3, p. 15-34.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 237-259.

GALRÃO, E. Z. Resposta do trigo à aplicação de cobre em um solo orgânico de várzeas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, n. 3, p. 275-279, 1988.

GALRÃO, E. Z. Níveis críticos de Zn em Latossolo Vermelho Amarelo argiloso sob Cerrado para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 83-88, 1993.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 8, p.185-226.

GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Eficiência agrônômica de fosfatos em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 311-318, 1980.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 129-163.

HALLMARK, W. B.; BEVERLY, R. B.; MORRIS, L. M.; SHUMAN, L. M.; WILSON, D. O.; BOSWELL, F. C.; ADAMS, J. F.; WALL, D. A. Continued modification of the M-DRIS for soybean. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 21, n. 13, p. 1313-1328, 1990a.

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, 1990b.

HALLMARK, W. B.; WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E.; MOOY, C. J. de ; PESEK, J.; SHAO, K. P. Separating limiting from non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 10, n. 9, p. 1381-1390, 1987.

HALLMARK, W. B.; BEVERLY, R. B. Review: an update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of Fertilizers**, Manchester, v. 8, n. 3, p. 74-88, 1991.

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.

HARDISON, C. D.; QUADE, D.; LANGSTON, R. E. Nine functions for probability distributions. In: SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SUGI supplemental library user's guide**. Cary: 1983. p.229-236.

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

HINKLE, D. A. & BROWN, A. L. Secondary and micronutrients. In: ELLIOT, F. C.; HOOVER, M. & PORTER, W. K. (Ed.). **Advances in production and utilization of quality cotton: principles and practices**. Ames: Iowa State University Press, 1968. p.281-320.

JONES, C. A. & BOWEN, J. E. Comparative DRIS and crop log analysis diagnosis of sugarcane tissue analysis. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, n. 6, p. 941-944, 1981.

JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.

JONES JR. J. B.; WOLF, B.; MILLES, H. A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Atenas: Micro-Macro-Publishing, 1991. 210 p.

KAMPRATH, E. J. Sufur. In: SANCHEZ, P. A. (Ed.). **A review of soils research in tropical Latin America**. Raleigh: North Carolina Agricultural Experiment Station, 1973. p. 179-180. (Technicall Bolletim, 219).

KAMPRATH, E. J.; WATSON, M. E. Conventional soil and tissue testing for assessing the phosphorus status of soils. In: SYMPOSIUM ON ROLE OF PHOSPHORUS IN AGRICULTURE, 1976, Tennessee Valley. **Proceedings...** Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 433-469.

KEISLING, T. C.; MULLIXINS, B. Statistical considerations for evaluating micronutrient tests. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 6, p. 1181-1184, 1979.

KELLING, K. A.; SCHULTE, E. E. Review. DRIS as a part of a routine plant analysis program. **Journal of Fertilizers**, Manchester, n. 3, v. 3, p. 107-112, 1986.

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.

KHIARI, L., PARENT, L.E., TREMBLAY, N. Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 4, p. 809-814, 2001.

KURIHARA, C. H.; STAUT, L. A.; MAEDA, S. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e soja, definidas pelo uso do método DRIS de diagnose do estado nutricional. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja/SBCS/IAPAR/UDEL, 2008. 1 CD-ROM.

LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento, desfolhantes e maturadores. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap. 18, p. 689-703.

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.

LEE, J. A. Cotton as a word crop. In: KOTTEL, R. L.; LEWIS, C. F. (Ed.). **Cotton**. Madison: ASA, 1984. p. 1-25.

LETZSCH, W. S. & SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of Diagnosis and recommendation Integrated System (DRIS) norms. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.15, n. 9, p. 997-1006, 1984.

LI, J.; ZHOU, M.; PESSARAKI, M.; STROEHLEIN, J.L. Cotton response to zinc fertilizer. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.22, n. 15, p.1689-1699, 1991.

LINDSAY, W. L.; NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Science Society of América Journal**, Madison, v. 42, n. 1, p. 421-428, 1978.

LOPES, A. S. **Solos sob Cerrado: Características, propriedades e manejo**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1984. 162 p.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Técnicas de levantamento e diagnose da fertilidade do solo. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p. 7-61. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).

MAEDA, S.; NOVACHINSKI, J. R.; SCORZA JÚNIOR, R. P.; LIMA FILHO, O. F.; FABRÍCIO, A. C. **Valores de referência e programa DRIS para avaliação nutricional de soja em Naviraí, MS**. Dourados: Embrapa-CPAO, 2003. 22 p. (Documentos, 59).

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. Piracicaba: Franciscana, 1979. 91 p.

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

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

MALAVOLTA, E.; GOROSTIAGA, O. L. Studies on the zinc phosphate relationships in plants. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PLANT ANALYSIS AND FERTILIZER PROBLEMS, 7., 1974, Hanover. **Proceedings...** Hanover: German Society of plant Nutrition, 1974. v. 2, p. 261-272.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no Cerrado**. Piracicaba: Potafos, 1985. 136 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 1. ed. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

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

MARTINS, L. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B.; CARNEIRO, C. E. A. Monitoramento nutricional do trigo através do índice de balanço nutricional – DRIS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 455-462, 2005.

MARTINS, O. C.; LIMA, R. O.; VIVIANI, C. A.; BORGES, F. G. Aplicação do DRIS, do PASS e do PIDAP (Programa Integrado de Diagnósticos para Aumento da Produtividade) no Monitoramento Nutricional de Soja e Algodão. In: SIMPÓSIO SOBRE MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1999. 1 CD-ROM.

MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; IGUE, T. Adubação da soja IV. Efeito do enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe e Mo), em Latossolo Roxo com vegetação de Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 373-379, 1967.

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.

McCLUNG, A. C.; FREITAS, L. M. M.; MIKKELSEN, D. S. & LOTT, W. L. A. **Adubação do algodoeiro em solos de campo Cerrado no Estado de São Paulo**. New York: IBEC Research Institute, 1961. 35 p. (Boletim, 27)

MEDEIROS, J. C.; FREIRE, E. C.; CUNHA, H. F.; QUEIROZ, J. C.; DEL' AQUA, J. M.; PEDROZA, M. B.; ASSUNÇÃO, J. H. **Safra 1999/2000: Principais ações de pesquisa e transferência de tecnologia para o algodoeiro no estado de Goiás**. Campina Grande: Embrapa/CNPA, 2001. 37 p.

MENDES, H. C. Nutrição mineral. In: NEVES, O. S.; CAVALERI, P. A.; VERDADE, F. C.; JUNQUEIRA, A. A. B.; GRIDI-PAPP, I. L.; ORTOLANI, A. A.; SILVA, N. M.; RIGHI, N. R.; FERRAZ, C. A. M.; CORREA, D. M.; CALCAGNOLO, G.; SILVEIRA, A. P.; COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. B.; MENDES, H. C.; FUZATTO, M. G.; CORREA, F.; BERZAGUI, N. (Ed.). **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo: Potafós, 1965. cap. 10, p. 461-473.

MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. Disponibilidade de potássio e sua relação com parâmetros de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 377-382, 1993.

MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; MASCARENHAS, H. A. A. Adubação da Soja III – Efeito do NPK, do enxofre e de micronutrientes em solo do arenito Botucatu, com vegetação de Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 65-71, 1964.

MORAIS, N. R. **Critério de interpretação da qualidade do solo para a cotonicultura no Cerrado goiano**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WASH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1990, p. 223-248.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. DRIS norms for evaluating the nutritional state of apple tree. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Braz., v. 64, n. 3, p. 282-287, 2007.

NACHTIGALL, G. R.; VAHL, L. C. Dinâmica da liberação de potássio dos solos da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 43-47, 1991.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/Departamento de Solos, 1999. 399 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. 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: SBCS, 2007. cap. 8, p. 472-550.

NOVELINO, J. O.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; COSTA, L. M.; BARROS, N. F. Solubilização de fosfatos-de-Araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco Latossolos na presença e na ausência de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 13-22, 1985.

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBCS, 1993. p. 243-264.

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo - planta pelo DRIS. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE SO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 1., 1997, Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 81-87. (Documentos, 22).

OLIVEIRA, S. A. Análise Foliar. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. cap. 10, p.245-256.

OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade de solos**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 392 p.

OLIVEIRA, R. H.; ROSOLEM, C. A.; TRIGUEIRO, R. M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 439-445, 2004.

OLIVEIRA, S. A., SOUZA, D. M. G. Interpretação de análise de solo pelo método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 18., 1988, Guarapari, ES. **Anais...** Guarapari: SBCS, 1988. p. 47-48.

OLIVEIRA, S. A., & SOUZA, D. M. G. Uso do DRIS modificado na interpretação de análise de solo para soja no leste do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBCS, 1993. p. 83-84.

OLIVEIRA, R. F.; TAKAMATSU, J. A. **Uso do DRIS para avaliação do estado nutricional da pimenteira-do-reino, em Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico 94).

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana de açúcar no Brasil**. Piracicaba: Planalsucar/IAA, 1983. 368 p.

PARENT, L.E., ISFAN, D., TREMBLAY, N., KARAM, A. Multivariate nutrient diagnosis of the carrot crop. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 3, p. 420-426, 1994.

PARENT, L. E.; KARAM, A.; VISSER, S. A. Compositional nutrient diagnosis of greenhouse tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 28, n. 6, p. 1041-1042, 1993.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; COSTA, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1456-1460, 2005.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 443-451, 2006.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. Disponibilidade de Manganês no solo: dificuldade e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 285-289, 1984.

PREZOTTI, L. C.; DEFELIPO, B. V.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F. Nível crítico de potássio no solo para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, n. 5, p. 65-70, 1988.

QUAGGIO, J. A. **Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo**. 1983. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1983.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 16, n. 3, p. 245-260, 1985.

QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. da; BERTON, R. S. Culturas Oleaginosas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da (Org.). **Problemas, respostas e perspectivas em culturas brasileiras: 1º Simpósio sobre Micronutrientes na agricultura realizado na Unesp em Jaboticabal**. Piracicaba: Potafós/CNPq, 1991. p. 445-484.

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

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos da análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

REHM, G. W. Sulfur Management for Corn Growth with Conservation Tillage. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 69, n. 3, p. 709-717, 2005.

- 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, 2003a.
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 379-385, 2003b.
- RESCK, D. V. S.; VASCONCELLOS, C. A.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pastureland on soil carbon pool and dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p.169-196.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.
- RIBEIRO, A. C; TUCUNANGO SARABIA, W. A. Avaliação de extratores para zinco e boro disponíveis em Latossolo do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 85-89, 1984.
- RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; JOST, P. H. BROWN, S. M. **Cotton growth and development**. Athens, Georgia: University of Georgia/College of Agricultural and Environmental Sciences, 2004. 14 p. (Cooperative Extension Service. Bulletin, 1252). Disponível em: <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pucd/b1252.htm>>. Acesso em: 8 nov. 2008.
- ROSOLEM, C. A. **Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 2001. 7 p. (Informações Agrônomicas, 95).
- ROSOLEM, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), 2007. v. 1, cap. 17, p. 649-688.
- SABINO, P. N.; SILVA, N. M. da; KONDO, J. I.; IGUE, T. Efeitos da aplicação de uréia e de sulfato de amônio nas características agrônomicas e propriedades tecnológicas da fibra do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 75-82, 1994.
- SANTOS, A. L.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 330-334, 2004.
- SANTOS, J. B.; FERREIRA, G. B.; ALMEIDA, F. P.; SEVERINO, L. S.; SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B.; TAVARES, J. A.; ALENCAR, A. R.; OLIVEIRA, W. P.; FERREIRA, M. M. M.; VALENÇA, A. R. Adubações com micronutrientes na produção do algodoeiro no oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005. Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa/CNPA, 2005. 1 CD-ROM.
- SCHOFIELD, R. K.; TAYLOR, A. W. The Measurement of soil pH. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 19, n. 6, p. 164-167, 1955.

SEAGRO, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Goiás. Portal do Agronegócio. **Produtores de algodão no Estado de Goiás/2007**. Disponível em: <<http://www.agronegocio.goias.gov.br>>/. Acesso em: 8 nov. 2008.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; SILVA, M. A. C.; GOMES, C. F. Determinação de faixas ótimas de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. 1 CD-ROM.

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

SILVA, G.G.C.; NEVES, J.C.L.; ALVAREZ V., V.H.; LEITE, F.P. Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS and CND. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Braz, v. 61, n. 5, p. 507-515, 2004.

SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 247-255, 2003.

SILVA, M. A. C. **Métodos de avaliação do estado nutricional para o algodoeiro no Centro-Oeste do Brasil**. 2006. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SILVA, M. A. C.; NATALE, W.; MALHEIROS, E. B. Estabelecimento de normas DRIS para a cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 7., 2007. Uberlândia, MG. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, N. M. da. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. cap. 5, p. 57-92.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R. Efeitos do boro em algodoeiro cultivado em condições de casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 1, p. 153-164, 1979.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J.; SABINO, N. P.; HIROCE, R. Efeito de doses de boro aplicadas no sulco de plantio do algodoeiro, em solos deficientes. **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 1, p. 181-191, 1982.

SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; CIA, E.; FUZZATTO, M. G.; CHIAVEGATO, E. J.; ALLEONI, L. R. F. **Seja o doutor do seu algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1995. 26 p. (Arquivo do Agrônomo, 8).

- SILVA, M. N. B. da; PITOMBEIRA, J. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, F. P. da. População de plantas e adubação nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado. I. Rendimento e características da fibra. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 355-361, 2001.
- SILVA, N. M. da; RAIJ, B. V. Fibrosas. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p. 261-273. (Boletim Técnico, 100).
- SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A. Testing and validation of methods for the Diagnosis and Recommendation Integrated System for signal grass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Braz., v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005.
- SOLTANPOUR, P. N.; MALAKOWTI, M. J.; RONAGHI, A. Comparison of Diagnosis and Recommendation System and nutrient sufficiency range for corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, n. 1, p. 133-139, 1995.
- SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. 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: SBCS, 2007. cap. 5, p. 206-268.
- SOUZA, P. I. M.; CARVALHO, L. J. C. B. Nutrição mineral de plantas. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 75-98.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. 416 p.
- STAUT, L. A. **Fertilização fosfatada e potássica nas características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro na região de Dourados**. 1996. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal)-Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Jaboticabal, 1996.
- STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. Calagem e adubação. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologias de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; 2001. 103-123 p.
- SUMNER, M. E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 2, p. 226-230, 1977a.
- SUMNER, M. E. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca and Mg content and calculated DRIS Index. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 3, p. 269-280, 1977b.
- SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 2, p. 343-348, 1979.
- SUMNER, M. E. Advances in the use application of plant analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 21, n. 13, p. 1409-1430, 1990.

SUMNER, M. E.; BEAUFILS, E. R. Diagnosis of the N, P, the P requirements of Sugarcane irrespective of plant age and season using Beaufils system (DRIS) – preliminary observation. In: South African Sugar Technologists Association, 49., 1975, KwaZulu-Natal. **Proceedings...** KwaZulu-Natal: SASTA, 1975. p. 137-141.

TERRA, M. M.; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R.; PAIOLI-PIRES, E. J.; POMMER, C. V.; BOTELHO R. V. Avaliação do estado nutricional da videira itália na região de Jales, SP, usando o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 309-314, 2003.

TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análises foliar:** amostragem e adubação. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 60 p.

ULRICH, A. Plant analysis - methods and interpretation of results. In: KITCHEN, H. B. (Ed.). **Diagnostic techniques for soils and crops**. Washington: The American Potash Institute, 1948. p. 159-198.

ULRICH, A.; HILLS, F. J. Principles and practices of plant analysis. In: WASH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1967. v. 2, n. 1, p. 11-24. (Special Publications Series)

VALDAMERI, M. L.; POUYÚ-ROJAS, E. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a diagnose nutricional do algodoeiro em algumas áreas no Estado de Mato Grosso. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja/SBCS/IAPAR/UDEL, 2008. 1 CD-ROM.

VENDRAME, P. R. S; BRITO O. R.; GUIMARÃES, M. F.; MARTINS, E. S; BECQUER, T. Fertilidade e acidez de Latossolos sob pastagem no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 9., 2008. Brasília. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD ROM.

VIGIER, B.; MACKENZIE, A. F.; CHEN, Z. Evaluation of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) on early maturing soybeans. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 20, n. 5, p. 685-693, 1989.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. cap. 14, p. 367-382.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de; SILVA, J. E. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. cap. 7, p. 169-183.

VILLA, M. R.; SOUSA, D. M. G.; FAQUIN, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 649-658, 2004.

YAMADA, T.; ALBADALLA, S. R. S.; VITTI, C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2006. 722 p.

YOST, R. S.; NADERMAN, G. C.; KAMPRATH, E. J.; LOBATO, E. Availability of rock phosphate as measured by an acid tolerant pasture grass and extractable phosphorus. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 3, p. 462-468, 1982.

WALLACE, T. **The diagnosis of mineral deficiencies in plants: by visual symptoms**. 2. ed. London: Her Majesty's stationery Office, 1951. 107 p.

WALLACE, T. Methods of diagnosing the mineral status of plants. In: WALLACE, T. (Ed.) **Analyse des plantes et problemes des fumeres minerals**. Paris: I.R.H.O., 1954. p. 13-22.

WALSH, L. M.; BEATON, J. D. **Soil Testing and Plant Analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. 491 p.

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.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E.; ISAAC, R. A.; PLANK, C. O. Preliminary DRIS norms for alfalfa in the Southeastern United States and a comparison with the Midwest norms. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, n. 6, p. 1046-1052, 1986.

WALWORTH, J. L.; WOODARD, H. J.; SUMNER, M. E. Generation of corn tissue norms from a small, high-yielding data base. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, n. 5, p. 563-577, 1988.

ZAMBELLO JÚNIOR, E. & ORLANDO FILHO, J. Aplicação do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar. **Saccharum STAB**, Piracicaba, v. 3, n. 4, p. 23-28, 1980.

ZHONG, A. L.; HSIUNG, W. Y. Evaluation and diagnosis of tree nutritional status in chines-fir plantations, Jiangxi, China. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 62, n. 4, p. 245-270, 1993.

APÊNDICES

- Apêndice A.** Índices DRIS calculados pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) obtidos pelas análises foliares dos 108 pontos de amostragem para cultura do algodão no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.....107
- Apêndice B.** Índices DRIS calculados pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) obtidos pelas análises de terra dos 108 pontos de amostragem para cultura do algodão no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.....112

Apêndice A. Índices DRIS calculados pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) obtidos pelas análises foliares dos 108 pontos de amostragem para cultura do algodão no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
1	0	3	16	5	6	-4	-23	9	-9	0	-4	80	B>Fe>Zn=S>N=Mn>P>Ca>Mg>Cu>K
2	-9	6	16	9	5	-3	-23	6	-2	-1	-4	83	B>N>Zn>S>Fe>Mn>Mg>P=Cu>Ca>K
3	-5	0	19	-1	2	-4	-19	2	4	4	0	61	B>N>S>Ca>P=Zn>Cu=Mg>Fe=Mn>K
4	0	3	19	-2	9	-4	-23	3	-8	5	-5	81	B>Fe>Zn>S>Ca>N>P=Cu>Mn>Mg>K
5	-4	4	17	-1	13	-4	-24	2	-1	-1	-2	73	B>N=S>Zn>Ca=Fe=Mn>Cu>P>Mg>K
6	-6	1	23	-6	13	-7	-14	8	-8	-1	-4	91	B>Fe>S>N=Ca>Zn>Mn>P>Cu>Mg>K
7	-9	4	-2	-6	7	-9	22	10	-6	-3	-9	85	N=S=Zn>Fe=Ca>Mn>K>P>Mg>Cu>B
8	-11	7	18	-4	12	-4	-20	9	-6	4	-6	101	B>N>Zn=Fe>Ca=S>Mn>P>Cu>Mg>K
9	-3	7	18	-3	5	-4	-20	4	-2	1	-4	72	B>Zn=S>N=Ca>Fe>Mn>Cu>Mg>P>K
10	-2	6	17	-2	5	-2	-22	4	0	-1	-4	65	B>Zn>N=Ca=S>Mn>Fe>Cu>Mg>P>K
11	-11	1	1	-2	9	-4	18	7	-2	-5	-12	72	Zn>N>Mn>S>Ca=Fe>P=K>Cu>Mg>B
12	-1	7	17	-1	13	-1	-23	2	-10	-3	-3	81	B>Fe>Zn=Mn>N=Ca=S>Cu>P>Mg>K
13	6	-2	-8	-4	14	-12	-3	10	0	1	0	61	S>K>Ca>B>P>Fe=Zn>Mn>N>Cu>Mg
14	-2	0	17	11	19	-23	-24	-4	-4	8	4	116	B>S>Cu=Fe>N>P>Zn>Mn>Ca>K>Mg
15	7	2	22	15	-3	-44	-19	9	0	9	6	136	S>B>Mg>Fe>P>Zn>N>Mn=Cu>Ca>K
16	5	1	-4	14	-16	-8	-1	8	-15	10	3	84	Mg>Fe>S>K>B>P>Zn>N>Cu>Mn>Ca
17	-8	-3	17	20	-9	-6	-23	8	4	3	-2	103	B>Mg>N>S>P>Zn>Mn>Fe>Cu>K>Ca
18	-2	4	21	5	-3	-21	-19	8	4	4	2	94	S>B>Mg>N>Zn>P=Fe=Mn>Ca>Cu>K
19	4	7	25	20	-31	-18	-17	11	-16	1	10	161	Mg>S>B>Fe>Mn>N>P>Zn>Cu>Ca>K
20	-4	4	19	10	-4	-5	-22	5	5	-9	2	89	B>Mn>S>N=Mg>Zn>P>Cu=Fe>Ca>K
21	-2	2	-3	6	-3	0	-1	4	6	-8	1	37	Mn>Mg=K>N>B>S>Zn>P>Cu>Ca=Fe
22	2	0	21	-3	-2	-9	-20	8	3	-3	4	75	B>S>Ca=Mn>Mg>P>N>Fe>Zn>Cu>K
23	0	0	19	2	2	-6	-20	6	-7	2	1	65	B>Fe>S>N=P>Zn>Ca=Mg=Mn>Cu>K
24	-2	0	-8	4	-5	-30	26	7	8	4	2	96	S>K>Mg>N>P>Zn>Ca=Mn>Cu>Fe>B
25	5	2	21	8	-3	-26	-19	6	5	1	4	102	S>B>Mg>Mn>P>Zn>N=Fe>Cu>Ca>K
26	0	2	19	9	-4	-8	-23	6	-9	1	5	86	B>Fe>S>Mg>N>Mn>P>Zn>Cu>Ca>K

Continua...

Apêndice A. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
27	-4	1	18	14	1	-16	-23	1	-3	10	0	91	B>S>N>Fe>Zn>P=Cu=Mg>Mn>Ca>K
28	3	-2	22	16	6	-35	-19	10	-9	4	4	130	S>B>Fe>P>N>Zn=Mn>Mg>Cu>Ca>K
29	-2	2	19	13	-6	-12	-21	6	-1	-1	3	86	B>S>Mg>N>Fe=Mn>P>Zn>Cu>Ca>K
30	-4	-3	-6	15	20	-21	-3	4	2	0	0	79	S>K>N>P=B>Mn=Zn>Fe>Cu>Ca>Mg
31	-3	-1	19	9	9	-15	-23	5	-8	6	2	100	B>S>Fe>N>P>Zn>Cu>Mn>Ca=Mg>K
32	14	-2	-6	9	1	-18	-3	0	-1	6	2	63	S>K>B>P>Fe>Cu>Mg>Zn>Mn>Ca>N
33	-9	-4	-12	6	4	-11	41	-4	-12	2	-3	107	Fe=K>S>N>P=Cu>Zn>Mn>Mg>Ca>B
34	-7	-4	-5	-1	-9	-6	18	3	5	7	0	64	Mg>N>S>K>P>Ca>Zn>Cu>Fe>Mn>B
35	4	3	23	11	-31	-6	-21	4	9	1	4	115	Mg>B>S>Mn>P>N=Cu=Zn>Fe>Ca>K
36	1	2	20	5	-4	-15	-21	5	1	1	6	81	B>S>Mg>N=Fe=Mn>P>Ca=Cu>Zn>K
37	4	2	23	3	-11	-15	-18	7	-13	8	7	111	B>S>Fe>Mg>P>Ca>N>Cu=Zn>Mn>K
38	0	-4	-7	10	7	-4	-3	4	-2	-3	3	48	K>P=S>Mn=B>Fe>N>Zn>Cu>Mg>Ca
39	-1	2	17	7	13	-22	-24	1	-2	6	4	100	B>S>Fe>N>Cu>P>Zn>Mn>Ca>Mg>K
40	2	1	0	5	-2	-47	32	0	-6	13	5	114	S>Fe>Mg>K=Cu>P>N>Ca=Zn>Mn>B
41	-14	2	-2	8	-3	-3	0	-1	5	5	3	47	N>Mg=S>K>Cu>B>P>Zn>Fe=Mn>Ca
42	6	5	22	12	-2	-33	-19	3	-3	3	8	117	S>B>Fe>Mg>Cu=Mn>P>N>Zn>Ca>K
43	5	2	-10	16	8	3	-4	-2	-3	-19	3	75	Mn>K>B>Fe>Cu>P>S=Zn>N>Mg>Ca
44	-4	1	-5	14	3	2	-2	-4	-6	-4	3	46	Fe>K>N=Cu=Mn>B>P>S>Mg=Zn>Ca
45	-1	-2	-11	3	6	1	-4	-4	3	6	1	41	K>Cu=B>P>N>S=Zn>Ca=Fe>Mg=Mn
46	4	-2	-9	5	6	-5	-4	-4	2	7	0	48	K>S>Cu=B>P>Zn>Fe>N>Ca>Mg>Mn
47	5	-6	-9	12	2	-3	-3	-2	1	4	0	47	K>P>S=B>Cu>Zn>Fe>Mg>Mn>N>Ca
48	5	-3	18	13	-5	-9	-24	-5	2	5	3	91	B>S>Mg=Cu>P>Fe>Zn>N=Mn>Ca>K
49	3	-3	19	10	-4	-1	-21	-4	-6	0	3	75	B>Fe>Mg=Cu>P>S>Mn>N=Zn>Ca>K
50	5	-6	-8	11	2	1	-3	-5	-6	3	3	53	K>Fe=P>Cu>B>S>Mg>Mn=Zn>N>Ca
51	4	-4	-7	14	2	-5	-2	-2	-6	2	3	52	K>Fe>S>P>Cu=B>Mg=Mn>Zn>N>Ca
52	12	1	22	8	-12	-6	-20	-4	-23	11	7	126	Fe>B>Mg>S>Cu>P>Zn>Ca>Mn>N>K
53	0	-8	-7	13	8	-4	-3	-6	-5	9	1	64	P>K>Cu>Fe>S>B>N>Zn>Mg>Mn>Ca

Continua...

Apêndice A. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
54	6	-4	20	13	-2	-3	-21	-2	-21	4	5	103	B>Fe>P>S>Mg=Cu>Mn>Zn>N>Ca>K
55	2	-6	18	13	-5	0	-24	-9	2	11	-1	89	B>Cu>P>Mg>Zn>S>N=Fe>Mn>Ca>K
56	1	-4	-11	28	18	-5	-6	-11	-10	0	-1	95	K=Cu>Fe>B>S>P>Zn>Mn>N>Mg>Ca
57	5	0	-6	10	7	-3	-4	-9	-3	2	-1	49	Cu>K>B>S=Fe>Zn>P>Mn>N>Mg>Ca
58	2	-5	-8	19	6	-4	-5	-7	-8	8	-2	74	K=Fe>Cu>P=B>S>Zn>N>Mg>Mn>Ca
59	8	-3	17	8	0	-1	-23	-6	-11	7	0	84	B>Fe>Cu>P>S>Mg=Zn>Mn>N=Ca>K
60	6	0	-6	9	2	-7	-2	-4	-6	6	1	51	S>K=Fe>Cu>B>P>Zn>Mg>N=Mn>Ca
61	2	5	16	0	5	-5	-22	9	-13	2	-3	84	B>Fe>S>Zn>Ca>N=Mn>P=Mg>Cu>K
62	-4	1	14	3	7	-1	-25	2	3	3	-2	64	B>N>Zn>S>P>Cu>Ca=Fe=Mn>Mg>K
63	-2	4	4	2	-24	-9	17	6	2	2	-1	71	Mg>S>N>Zn>Ca=Fe=Mn>P=K>Cu>B
64	1	7	16	0	6	-4	-24	-1	-3	8	-6	77	B>Zn>S>Fe>Cu>Ca>N>Mg>P>Mn>K
65	-7	-2	-3	0	4	-2	18	-1	5	3	-16	61	Zn>N>K>P=S>Cu>Ca>Mn>Mg>Fe>B
66	-3	3	-6	-5	3	-3	16	4	-2	0	-8	54	Zn>K>Ca>N=S>Fe>Mn>P=Mg>Cu>B
67	5	0	19	0	1	-6	-19	-3	-4	7	-3	69	B>S>Fe>Cu=Zn>P=Ca>Mg>N>Mn>K
68	0	6	15	0	-1	-2	-24	2	4	6	-6	67	B>Zn>S>Mg>Ca=N>Cu>Fe>P=Mn>K
69	-6	-1	15	2	4	-3	-23	5	-4	9	0	73	B>N>Fe>S>P>Zn>Ca>Mg>Cu>Mn>K
70	-5	-5	-3	-2	7	-5	15	1	3	2	-8	56	Zn>N=P=S>K>Ca>Cu>Mn>Fe>Mg>B
71	4	6	18	1	-8	-4	-20	0	2	8	-6	77	B>Mg>Zn>S>Cu>Ca>Fe>N>P>Mn>K
72	-2	-8	16	0	0	1	-23	2	12	8	-5	78	B>P>Zn>N>Ca=Mg>S>Cu>Mn>Fe>K
73	3	3	18	1	-6	-2	-22	4	0	11	-9	79	B>Zn>Mg>S>Fe>Ca>N=P>Cu>Mn>K
74	-3	-2	17	4	0	-3	-23	2	4	11	-6	76	B>Zn>N=S>P>Mg>Cu>Ca=Fe>Mn>K
75	-10	-5	6	2	-6	-8	14	3	-3	13	-6	74	N>S>Mg>Zn>P>Fe>Ca>Cu>K>Mn>B
76	-4	1	15	0	9	0	-23	-1	13	3	-12	83	B>Zn>N>Cu>Ca=S>P>Mn>Mg>Fe>K
77	-5	-2	23	-1	5	-3	-15	7	4	-6	-7	78	B>Zn>Mn>N>S>P>Ca>Fe>Mg>Cu>K
78	-6	-4	23	1	6	-2	-15	6	0	-2	-7	72	B>Zn>N>P>S=Mn>Fe>Ca>Cu=Mg>K
79	-11	-4	-1	-7	2	-5	38	5	-1	-6	-8	89	N>Zn>Ca>Mn>S>P>K=Fe>Mg>Cu>B
80	-4	-4	17	-4	11	1	-22	0	10	2	-5	80	B>Zn>N=P=Ca>Cu>S>Mn>Fe>Mg>K

Continua...

Apêndice A. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
81	-11	-1	10	-2	9	-6	17	-2	2	-7	-9	76	N>Zn>Mn>S>Cu=Ca>P>Fe>Mg>K>B
82	-4	2	24	-2	2	-2	-14	0	-1	1	-7	60	B>Zn>N>Ca=S>Fe>Cu>Mn>P=Mg>K
83	-5	-2	-1	-3	3	-2	17	6	2	-7	-7	56	Zn=Mn>N>Ca>P=S>K>Fe>Mg>Cu>B
84	-2	-2	20	-3	1	1	-18	7	8	-3	-7	71	B>Zn>Mn=Ca>N=P>Mg=S>Cu>Fe>K
85	-6	0	20	0	12	-3	-18	3	4	-2	-10	79	B>Zn>N>S>Mn>P=Ca>Cu>Fe>Mg>K
86	0	3	10	5	2	-1	25	8	-2	-46	-4	107	Mn>Zn>Fe>S>N>Mg>P>Ca>Cu>K>B
87	1	-2	21	0	1	-3	-16	8	-1	-2	-7	64	B>Zn>S>P=Mn>Fe>Ca>N=Mg>Cu>K
88	-3	-5	2	-5	-2	-7	17	8	1	1	-7	59	Zn=S>P=Ca>N>Mg>Fe=Mn>K>Cu>B
89	0	5	25	9	24	-1	-15	10	-5	-47	-6	146	Mn>B>Zn>Fe>S>N>P>Ca>Cu>Mg>K
90	-2	-1	2	4	6	-4	21	1	-13	-4	-13	72	Zn=Fe>Mn=S>N>P>Cu>K>Ca>Mg>B
91	-9	-4	6	-1	3	-5	16	5	-2	-6	-2	60	N>Mn>S>P>Fe=Zn>Ca>Mg>Cu>K>B
92	1	-1	21	-3	2	-5	-16	9	-13	2	0	72	B>Fe>S>Ca>P>Zn>N>Mg=Mn>Cu>K
93	1	7	19	-4	-6	-1	-19	8	6	-4	-6	81	B>Zn=Mg>Mn=Ca>S>N>Fe>P>Cu>K
94	2	0	10	4	-16	-17	26	-2	5	-9	0	91	S>Mg>Mn>Cu>P=Zn>N>Ca>Fe>K>B
95	1	-1	16	-1	10	0	-23	0	0	2	-6	62	B>Zn>P=Ca>S=Cu=Fe>N>Mn>Mg>K
96	4	0	16	-4	9	-1	-21	7	-1	2	-10	75	B>Zn>Ca>S=Fe>P>Mn>N>Cu>Mg>K
97	4	2	16	1	-2	-1	-22	7	3	-3	-5	65	B>Zn>Mn>Mg>S>Ca>P>Fe>N>Cu>K
98	-2	2	-1	-2	3	-3	17	-1	0	-1	-12	45	Zn>S>N=Ca>K=Cu=Mn>Fe>P>Mg>B
99	3	1	17	-3	10	-5	-20	8	-4	-4	-2	78	B>S>Mn=Fe>Ca>Zn>P>N>Cu>Mg>K
100	5	1	17	1	4	-3	-21	5	3	-3	-8	72	B>Zn>Mn=S>P=Ca>Fe>Mg>N=Cu>K
101	0	5	16	-1	10	-2	-23	0	-5	3	-4	69	B>Fe>Zn>S>Ca>N=Cu>Mn>P>Mg>K
102	2	4	17	4	1	-4	-25	10	-3	-3	-2	74	B>S>Fe=Mn>Zn>Mg>N>P=Ca>Cu>K
103	2	8	16	-6	0	-3	-25	6	-1	3	0	69	B>Ca>S>Fe>Mg=Zn>N>Mn>Cu>P>K
104	7	-3	17	-4	12	-4	-23	1	5	2	-10	87	B>Zn>S=Ca>P>Cu>Mn>Fe>N>Mg>K

Continua...

Apêndice A. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
105	-2	4	-13	1	4	-6	17	0	-11	0	4	64	K>Fe>S>N>Mn=Cu>Ca>P=Zn=Mg>B
106	0	1	16	2	12	-3	-24	1	2	-2	-4	69	B>Zn>S>Mn>N>P=Cu>Ca=Fe>Mg>K
107	-1	2	-4	-5	4	-7	18	5	0	-3	-9	57	Zn>S>Ca>K>Mn>N>Fe>P>Mg>Cu>B
108	1	0	15	-6	10	-3	-24	8	7	-1	-6	82	B>Zn=Ca>S>Mn>P>N>Fe>Cu>Mg>K

¹ Índice para cálculo do IBN; ² Utilizou-se para cálculo do IBN o procedimento de Beaufils (1973).

Apêndice B. Índices DRIS calculados pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) obtidos pelas análises de terra dos 108 pontos de amostragem para cultura do algodão no município de Silvânia, GO na safra de 2007/08.

Ponto de Amostragem	Índices ¹												IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
1	0	-29	-7	-4	66	1	-11	0	1	0	24	-43	188	Zn>P>S>K>Ca>B=Fe=MO>CTC=Cu>Mn>Mg
2	-2	-32	-5	2	35	-3	-14	-5	-6	-5	18	16	143	P>S>Cu>B=Fe=K>CTC>MO>Ca>Zn>Mn>Mg
3	0	-13	0	2	32	3	-8	3	3	7	5	-35	113	Zn>P>S>K=MO>Ca>CTC=Cu=B>Mn>Fe>Mg
4	-5	-10	-4	0	12	-3	-6	43	-8	-1	1	-20	113	Zn>P>Cu>S>MO>K>CTC>Fe>Ca>Mn>Mg>B
5	13	-2	8	6	33	7	-6	64	0	8	4	-135	285	Zn>S>P>Cu>Mn>Ca>CTC>K=Fe>MO>Mg>B
6	8	-23	-2	14	46	7	-33	0	-9	-4	-1	-3	150	S>P>Cu>Fe>Zn>K>Mn>B>CTC>MO>Ca>Mg
7	4	-8	0	9	30	7	-10	0	-20	0	-8	-3	101	Cu>S>P=Mn>Zn>K=Fe=B>MO>CTC>Ca>Mg
8	-9	35	-11	10	21	9	-14	-11	16	7	-52	1	195	Mn>S>B=K>MO>Zn>Fe>CTC>Ca>Cu>Mg>P
9	7	3	-5	4	17	12	1	-2	15	13	-69	4	152	Mn>K>B>S>P>Ca=Zn>MO>CTC>Fe>Cu>Mg
10	3	-4	-3	1	8	9	5	-7	18	13	-46	4	120	Mn>B>P>K>Ca>MO>Zn>S>Mg>CTC>Fe>Cu
11	-3	-9	2	-3	2	7	7	-7	21	11	-29	1	104	Mn>P>B>MO=Ca>Zn>Mg=K>CTC=S>Fe>Cu
12	-35	10	-7	4	3	9	1	20	19	11	-35	1	154	Mn=MO>K>Zn=S>Mg>Ca>CTC>P>Fe>Cu>B
13	-4	-35	-1	5	36	5	-55	-6	14	8	2	30	201	S>P>B>MO>K>Mn>CTC=Ca>Fe>Cu>Zn>Mg
14	-187	184	-10	-13	-76	-4	-57	151	17	5	-1	-9	715	MO>Mg>S>Ca>K>Zn>CTC>Mn>Fe>Cu>B>P
15	-191	144	-12	-14	-37	-9	-82	171	6	-6	-5	34	711	MO>S>Mg>Ca>K>CTC>Fe>Mn>Cu>Zn>P>B
16	-60	56	-4	-14	-33	-6	-70	67	15	4	-6	51	390	S>MO>Mg>Ca>CTC=Mn>K>Fe>Cu>Zn>P>B
17	-15	-18	-2	0	9	5	-5	4	12	8	-2	4	85	P>MO>S>K=Mn>Ca>Zn=B>CTC>Fe>Mg>Cu
18	-7	-11	-6	5	17	1	-4	-8	13	4	-2	0	79	P>B>MO>K>S>Mn>Zn>CTC>Fe>Ca>Cu>Mg
19	-7	-33	-5	3	33	2	-6	-6	3	7	-5	13	122	P>MO>S=B>Mn=K>CTC>Ca=Cu>Fe>Zn>Mg
20	-13	-16	-12	0	2	-4	-5	33	22	4	-11	2	125	P>MO>K>Mn>S>CTC>Ca>Mg=Zn>Fe>Cu>B
21	-25	-15	-1	8	17	2	-10	6	13	7	-5	4	112	MO>P>S>Mn>K>CTC>Zn>B>Fe>Ca>Cu>Mg
22	-16	-36	-4	7	40	0	1	1	-1	8	2	-3	120	P>MO>K>Zn>Cu>CTC>B=S>Mn>Ca>Fe>Mg
23	-45	3	-7	1	6	-5	-5	46	8	0	-4	2	133	MO>K>CTC=S>Mn>Fe>Ca>Zn>P>Mg>Cu>B
24	-16	-3	-7	0	7	-2	1	22	1	2	-4	-1	66	MO>K>Mn>P>CTC>Zn>Ca>Cu=S>Fe>Mg>B
25	-36	17	-7	-5	-12	-2	-4	37	2	2	-4	12	141	MO>Mg>K>Ca>Mn=S>CTC>Cu=Fe>Zn>P>B
26	-2	3	1	-4	5	-2	-2	-9	4	5	-2	4	41	B>Ca>MO=CTC=Fe=S>K>P>Cu=Zn>Fe=Mg

Continua...

Apêndice B. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹												IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
27	-30	1	-5	2	7	0	3	13	-4	2	6	4	77	MO>K>Cu>CTC>P>Ca=Fe>S>Zn>Mn>Mg>B
28	-5	23	-6	-3	-10	-7	-2	-13	6	1	5	9	90	B>Mg>CTC>K>MO>Ca>S>Fe>Mn>Cu>Zn>P
29	-9	3	-3	1	5	-2	1	-9	2	4	4	4	46	MO=B>K>CTC>Ca=S>Cu>P>Fe=Mn=Zn>Mg
30	-23	-8	-1	4	7	1	2	7	6	3	0	1	65	MO>P>K>Mn>CTC=Zn>S>Fe>Ca>Cu>B=Mg
31	-31	-2	-7	-1	1	-2	0	26	6	2	-2	11	90	MO>K>P=CTC=Mn>Ca>S>Mg>Fe>Cu>Zn>B
32	-6	15	-6	-8	-11	-4	2	-10	4	2	-3	26	99	Mg>B>Ca>MO=K>CTC>Mn>Fe=S>Cu>P>Zn
33	-1	-3	-8	1	8	1	-2	-8	0	1	0	12	46	K=B>P>S>MO>Cu>Mn>Ca=CTC=Fe>Mg>Zn
34	-1	-13	-3	0	0	7	1	-3	1	10	-1	1	41	P>K=B>MO=Mn>Ca=Mg>Cu=Zn=S>CTC>Fe
35	1	-55	-9	5	41	5	-3	15	-4	6	-4	1	150	P>K>Cu=Mn>S>MO=Zn>CTC=Ca>Fe>B>Mg
36	1	1	-1	2	-4	10	0	-1	-19	9	0	1	51	Cu>Mg>K=B>Mn=S>MO=P=Zn>Ca>Fe>CTC
37	-4	-19	1	3	7	5	6	-7	3	8	-2	-1	67	P>B>MO>Mn>Zn>K>Ca=Cu>CTC>S>Mg>Fe
38	-10	-7	-6	-1	-3	-1	-1	33	-4	5	-7	4	82	MO>P=Mn>K>Cu>Mg>Ca=CTC=S>Zn>Fe>B
39	-7	9	-3	1	0	1	-2	-7	-2	2	0	9	43	MO=B>K>Cu=S>Mn=Mg>CTC=Ca>Fe>P=Zn
40	0	-18	0	2	9	3	-1	-4	1	6	1	2	48	P>B>S>MO=K>Cu=Mn>Ca=Zn>CTC>Fe>Mg
41	-38	31	-7	-9	-39	0	-3	43	6	5	-7	18	205	Mg>MO>Ca>K=Mn>S>CTC>Fe>Cu>Zn>P>B
42	-10	-5	-4	-1	5	0	-4	21	-5	6	-6	4	73	MO>Mn>P=Cu>K=S>Ca>CTC>Zn>Mg>Fe>B
43	-37	18	-11	-9	-14	-7	-6	37	7	-1	-7	28	182	MO>Mg>K>Ca>CTC=Mn>S>Fe>Cu>P>Zn>B
44	-3	-5	-9	-6	0	-6	-4	-11	9	-1	20	13	85	B>K>Ca=CTC>P>S>MO>Fe>Mg>Cu>Zn>Mn
45	-17	-2	-9	-2	0	-5	-4	20	7	1	7	4	77	MO>K>CTC>S>P=Ca>Mg>Fe>Zn>Cu=Mn>B
46	3	1	-4	4	-8	2	-8	-4	9	-3	5	3	53	Mg=S>K=B>Fe>P>CTC>Zn=MO>Ca>Mn>Cu
47	1	-2	-2	0	1	0	-2	-4	8	-1	0	2	24	B>P=K=S>Fe>Ca=CTC=Mn>MO=Mg>Zn>Cu
48	-12	5	-10	-3	-7	-4	-14	25	4	-11	1	25	121	S>MO>Fe>K>Mg>CTC>Ca>Mn>Cu>P>Zn=B
49	-7	-4	-10	3	5	-4	-7	17	2	-8	3	11	82	K>Fe>MO=S>P=CTC>Cu>Ca=Mn>Mg>Zn>B
50	4	18	-10	3	-10	-3	-19	-8	10	-9	3	20	116	S>K=Mg>Fe>B>CTC>Ca=Mn>MO>Cu>P>Zn
51	10	9	-6	2	-10	-1	-12	-4	7	-2	5	2	70	S>Mg>K>B>Fe>CTC>Ca=Zn>Mn>Cu>P>MO
52	-5	-11	-13	2	-1	-4	-8	16	10	-3	8	8	91	K>P>S>MO>CTC>Fe>Mg>Ca>Mn=Zn>Cu>B
53	-9	8	-13	4	-8	-3	-12	24	4	-8	8	4	105	K>S>MO>Mg=Fe>CTC>Ca=Cu=Zn>P=Mn>B

Continua...

Apêndice B. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹												IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
54	6	-9	-9	3	2	0	-6	-6	13	-9	5	9	76	P=K=Fe>B=S>CTC>Mg>Ca>Mn>MO>Zn>Cu
55	5	-14	-9	7	4	4	-10	-6	7	-5	5	10	87	P>S>K>B>Fe>Mg=CTC>MO=Mn>Ca=Cu>Zn
56	0	11	-7	1	-7	-3	-12	-7	-2	-7	-1	32	90	S>B=K=Mg=Fe>CTC>Cu>Mn>MO>Ca>P>Zn
57	-4	-5	-6	2	6	-4	-3	21	-1	-8	-1	4	65	Fe>K>P>MO=CTC>S>Cu=Mn>Ca>Zn>Mg>B
58	5	-4	-9	3	-2	-2	-7	-7	3	-6	2	23	73	K>S=B>Fe>P>Mg=CTC>Mn>Ca=Cu>MO>Zn
59	7	-8	-7	5	4	3	-4	-4	-2	-8	4	9	64	P=Fe>K>S=B>Cu>CTC>Mg=Mn>Ca>MO>Zn
60	7	7	-8	5	-2	1	-4	-4	-5	-5	2	6	55	K>Cu=Fe>S=B>Mg>CTC>Mn>Ca>Zn>MO=P
61	-25	6	-15	-8	10	-19	-25	29	7	0	15	25	184	MO=S>K>CTC>Ca>Fe>P>Cu>Mg>Mn>Zn>B
62	1	6	-11	-2	-1	-5	-17	-9	4	6	12	15	89	S>K>B>CTC>Ca>Mg>MO>Cu>Fe=P>Mn>Zn
63	5	-15	-10	-4	18	-6	-23	-6	4	9	19	9	130	S>P>K>CTC=B>Ca>Cu>MO>Fe=Zn>Mg>Mn
64	-2	-20	-14	1	23	-4	-22	23	3	4	15	-7	137	S>P>K>Zn>CTC>MO>Ca>Cu>Fe>Mn>B=Mg
65	6	-17	-10	2	11	2	-18	-3	10	7	17	-7	108	S>P>K>Zn>B>CTC=Ca>MO>Fe>Cu>Mg>Mn
66	2	-16	-2	10	14	1	-38	-5	9	5	22	-1	128	S>P>B>K>Zn>CTC>MO>Fe>Cu>Ca>Mg>Mn
67	0	-20	-9	1	20	-4	-5	-7	8	4	19	-7	103	P>K>Zn=B>S>CTC>MO>Ca>Fe>Cu>Mn>Mg
68	4	-28	-10	-1	25	-5	-5	-7	10	5	17	-5	121	P>K>B>Zn=S=CTC>Ca>MO>Fe>Cu>Mn>Mg
69	1	5	-11	4	7	-4	-24	-8	6	4	22	-4	101	S>K>B>Zn=CTC>MO>Fe=Ca>P>Cu>Mg>Mn
70	3	-22	-10	6	19	-4	-19	-4	9	8	22	-8	135	P>S>K>Zn>B=CTC>MO>Ca>Fe>Cu>Mg>Mn
71	-5	-31	-15	-8	22	-13	-1	30	5	3	15	0	148	P>K>CTC>Ca>MO>S>Zn>Fe>Cu>Mn>Mg>B
72	-5	-51	-20	8	47	-3	-7	15	0	3	20	-6	186	P>K>S>Zn>MO>CTC>Cu>Fe>Ca>B>Mn>Mg
73	12	-12	-3	11	23	4	-78	2	14	6	26	-5	196	S>P>Zn>K>B>CTC>Fe>Ca>MO>Cu>Mg>Mn
74	-2	7	-12	-1	4	-9	-8	-9	4	0	17	11	83	K>B=CTC>S>MO>Ca>Fe>Cu=Mg>P>Zn>Mn
75	4	-21	-12	3	19	-3	-6	-3	4	0	21	-7	103	P>K>Zn>S>B=CTC>Fe>Ca>MO=Cu>Mg>Mn
76	7	-21	-7	1	21	-1	-33	-2	8	8	19	0	129	S>P>K>B>CTC>Zn>Ca>MO>Cu=Fe>Mn>Mg
77	-24	21	-8	-12	-9	-2	-29	38	10	-1	-5	20	178	S>MO>Ca>Mg>K>Mn>CTC>Fe>Cu>Zn>P>B
78	5	-11	-3	-4	8	1	-6	-3	8	8	-1	-3	62	P>S>Ca>K=Zn=B>Mn>CTC>MO>Mg=Cu=Fe
79	-7	103	-20	-13	-29	-11	-35	-22	5	-8	-14	51	317	S>Mg>B>K>Mn>Ca>CTC>Fe>MO>Cu>Zn>P
80	8	-33	-3	5	22	4	-14	-6	8	1	3	3	110	P>S>B>K>Fe>Mn=Zn>CTC>Ca>Cu=MO>Mg

Continua...

Apêndice B. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹											IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)	
	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	S	B	Cu	Fe	Mn			Zn
81	6	-29	-1	5	39	3	-35	-2	11	4	5	-7	149	S>P>Zn>B>K>CTC>Fe>Mn=Ca>MO>Cu>Mg
82	9	-16	-6	7	30	7	-33	1	15	6	3	-24	157	S>Zn>P>K>B>Mn>Fe>CTC=Ca>MO>Cu>Mg
83	0	-2	-11	7	21	1	-11	-9	2	-1	1	1	67	S=K>B>P>Fe>MO>CTC=Mn=Zn>Cu>Ca>Mg
84	-2	-27	-5	3	25	-3	-6	18	4	3	-2	-10	110	P>Zn>S>K>CTC>MO=Mn>Ca=Fe>Cu>B>Mg
85	4	-24	-1	7	28	-1	-24	-6	12	1	3	1	112	S>P>B>K=CTC>Zn=Fe>Mn>MO>Ca>Cu>Mg
86	-6	-4	-8	1	6	-6	-3	18	-1	0	-2	4	60	K>MO=CTC>P>S>Mn>Cu>Fe>Ca>Zn>Mg>B
87	8	-16	-5	12	38	8	-36	-2	5	3	1	-16	151	S>P=Zn>K>B>Mn>Fe>Cu>MO=CTC>Ca>Mg
88	6	-10	-3	0	13	2	-11	-3	-1	3	-1	3	56	S>P>B=K>Cu=Mn>Ca>CTC>Fe=Zn>MO>Mg
89	7	-18	-4	7	26	0	-18	-2	-10	5	1	4	101	S=P>Cu>K>B>CTC>Mn>Zn>Fe>Ca=MO>Mg
90	3	-17	-9	4	42	1	-41	-1	47	2	3	-34	206	S>Zn>P>K>B>CTC>Fe>Mn=MO>Ca>Mg>Cu
91	4	-7	-6	4	21	-1	-91	37	40	6	2	-9	229	S>P>Zn>K>CTC>Mn>MO=Ca>Fe>Mg>B>Cu
92	-3	-57	-5	3	69	-3	-6	-5	24	-3	-2	-12	193	P>Zn>S>K=B>MO=Fe=CTC>Mn>Ca>Cu>Mg
93	-6	1	-8	-12	-8	-3	-12	-6	79	-1	-14	-11	161	Mn>S=Ca>Zn>K=Mg>MO=B>CTC>Fe>P>Cu
94	-24	18	-6	-20	-9	-2	-23	45	41	7	-18	-9	223	MO>S>Ca>Mn>Mg=Zn>K>CTC>Fe>P>Cu>B
95	6	3	3	-8	-9	5	-14	4	23	11	-15	-8	108	Mn>S>Mg>Zn=Ca>P=K>B>CTC>MO>Fe>Cu
96	-6	-4	3	-13	-3	5	1	14	17	15	-12	-18	110	Zn>Ca>Mn>MO>P>Mg>S>K>CTC>B>Fe>Cu
97	-9	-6	-3	-10	2	1	-2	32	14	11	-21	-11	122	Mn>Zn>Ca>MO>P>K>S>CTC>Mg>Fe>Cu>B
98	-2	99	-9	-23	-55	-4	-9	-5	18	6	-27	9	266	Mg>Mn>Ca>S=K>B>CTC>MO>Fe>Zn>Cu>P
99	-14	7	0	-19	2	7	5	19	11	9	-22	-5	120	Mn>Ca>MO>Zn>K>Mg>S>P=CTC>Fe>Cu>B
100	3	5	-2	-6	-1	4	-4	1	9	11	-15	-3	63	Mn>Ca>S>Zn>K>Mg>B>MO>CTC>P>Cu>Fe
101	-14	10	-2	-12	-11	3	-8	43	11	12	-16	-15	157	Mn>Zn>MO>Ca>Mg>S>K>CTC>Cu>Fe>P>B
102	-4	8	-6	-15	-15	3	-20	61	16	7	-22	-13	188	Mn>S>Ca=Mg>Zn>K>MO>CTC>Fe>P>Cu>B
103	5	7	1	-22	-10	6	-28	42	10	11	-17	-5	163	S>Ca>Mn>Mg>Zn>K>MO>CTC>P>Cu>Fe>B
104	14	7	2	-13	-8	6	-12	5	7	11	-20	0	105	Mn>Ca>S>Mg>Zn>K>B>CTC>Cu=P>Fe>MO

Continua...

Apêndice B. Continuação.

Ponto de Amostragem	Índices ¹												IBN ²	Ordem de Limitação (Deficiência a Excesso)
	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
105	-13	8	0	-3	3	8	-25	21	13	11	-15	-7	128	S>Mn>MO>Zn>Ca>K>Mg>P=CTC>Fe>Cu>B
106	-6	16	6	-17	-4	11	-53	28	-3	23	-11	10	188	S>Ca>Mn>MO>Mg>Cu>K>Zn>CTC>P>Fe>B
107	-1	7	7	-19	8	9	-65	53	6	10	-18	4	205	S>Ca>Mn>MO>Zn>Cu>P=K>Mg>CTC>Fe>B
108	9	7	0	-22	-9	6	6	4	-2	15	-16	1	96	Ca>Mn>Mg>Cu>K>Zn>B>S=CTC>P>MO>Fe

¹Índice para cálculo do IBN; ²Utilizou-se para cálculo do IBN o procedimento de Beaufils (1973).