

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E
DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE
NUTRIENTES PARA O ALGODOEIRO**

ADEMAR PEREIRA SERRA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2008

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES PARA O ALGODOEIRO

ADEMAR PEREIRA SERRA
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof^a Dr^a Marlene Estevão Marchetti

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia – Produção Vegetal, para a
obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2008

633.51 Serra, Ademar Pereira
S487a Avaliação do estado nutricional e determinação de
faixa ótimas de nutrientes para o algodoeiro / Ademar
Pereira Serra. Dourados, MS : UFGD, 2008.
80f.

Orientadora : Prof^a Dr^a Marlene Estevão Marchetti.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
Federal da Grande Dourados, Campus de Dourados.

1. Algodão – Nutrição – Avaliação. 2. Algodão – faixas ótimas
de nutrientes – Determinação. 3. Algodão – Produtividade. I.
Título.

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES PARA O ALGODOEIRO

por

ADEMAR PEREIRA SERRA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: / /

Prof^a. (UFGD) Dr^a Marlene Estevão
Marchetti
(Orientadora)

Prof. (UEMS) Dr Marcos Antônio
Camacho da Silva

Prof. (UFGD) Dr Antônio Carlos T.
Vitorino
(Co-orientador)

Prof. (UFGD) Dr Manoel Carlos
Gonçalves
(Co-orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Albertino Serra e Aparecida Pereira Serra, pelo apoio e incentivo dado, principalmente a minha mãe pela força de vontade e determinação, sem as quais nada seria realizado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade de ingressar no curso de graduação em Agronomia.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pelo aperfeiçoamento em minha vida profissional e apoio a realização desse trabalho.

À professora Dr^a Marlene Estevão Marchetti, pela amizade e orientação durante os últimos sete anos de minha vida.

Ao professor Dr Paulo Eduardo Degrande, pela oportunidade de entrar em contato com a empresa MAEDA S/A Agroindustrial por meio de um estágio, ao qual foi possível idealizar todo esse trabalho.

Ao professor Dr Marcos Antônio Camacho da Silva por aceitar o convite para fazer parte da banca examinadora.

À empresa MAEDA S/A Agroindustrial, pelo apoio concedido à realização desse trabalho.

Aos professores Antônio Carlos T. Vitorino, Manoel Carlos Gonçalves e José Oscar Novelino, pela participação na co-orientação.

SUMÁRIO

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES PARA O ALGODOEIRO.....	1
RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
CAPÍTULO 1 DESENVOLVIMENTO DE NORMAS DRIS E CND E AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA CULTURA DO ALGODOEIRO.....	5
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 DIAGNOSE FOLIAR.....	9
2.2 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	10
2.3 DIAGNOSE DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL (CND).....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	14
3.2 FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	15
3.3 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	15
3.4 DIAGNOSE DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL (CND).....	15
3.5 ÍNDICE DE EQUILÍBRIO NUTRICIONAL E MÉDIO (IEN E IENM).....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
CAPÍTULO 2. DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES NO ALGODOEIRO PELOS MÉTODOS ChM, CND E DRIS.....	34
6 INTRODUÇÃO.....	35
7 REVISÃO DE LITERATURA.....	37
7.1 ASPECTOS GERAIS.....	37
7.2 CHANCE MATEMÁTICA (ChM).....	38
7.3 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	39
7.4 DIAGNOSE DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL (CND).....	40
8 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
8.1 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS FOLIARES.....	42
8.2 FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	43
8.3 CHANCE MATEMÁTICA (ChM).....	43
8.4 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	44
8.5 DIAGNOSE DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL (CND).....	45
9 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
9.1 CHANCE MATEMÁTICA (ChM).....	47
9.2 SISTEMAS INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	55
9.3 DIAGNOSE DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL (CND).....	56
10 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICES.....	66

LISTA DE TABELAS

PÁGINAS

CAPÍTULO 1. DESENVOLVIMENTO DE NORMAS DRIS E CND E AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA CULTURA DO ALGODOEIRO.....	1
Tabela 1. Critérios para determinação do potencial de resposta à adubação (PRA).....	17
Tabela 2. Médias e desvio-padrão (s) dos quocientes entre teores (mg kg ⁻¹) de nutrientes em folhas de algodão, na subpopulação de alta produtividade(1), transformadas por função logarítmica neperiana (normas DRIS), em amostras coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005.....	19
Tabela 3. Média e desvio-padrão (s) das variáveis multinutrientes e média geométrica dos constituintes da massa seca (G), em folhas de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de alta produtividade.....	21
Tabela 4. Componentes do cálculo do qui-quadrado, para as freqüências observadas (%) de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn como nutriente limitante primário por deficiência(1), pelo método DRIS, na suposição de que as freqüências observadas são consequência do acaso, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, nos talhões diagnosticados.....	22
Tabela 5. Cálculo do qui-quadrado, para as freqüências observadas (%) de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn como nutriente limitante primário por deficiência(1), pelo método DRIS, na suposição de que as freqüências observadas são consequência do acaso, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, nos talhões diagnosticados.....	22
Tabela 6. Freqüência (%) do potencial de resposta à adubação de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinada pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade.....	24
Tabela 7. Freqüência (%) de talhões com diagnoses concordantes do potencial de resposta à adubação (PRA), determinados pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade.....	25
Tabela 8. Freqüência (%) de diagnose do estado nutricional de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinado pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade.....	26
Tabela 9. Freqüência (%) de talhões com diagnoses concordantes do estado nutricional (EN), determinados pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão	

coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005,
na subpopulação de baixa e alta produtividade.....27

CAPÍTULO 2. DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES NO
ALGODOEIRO PELOS MÉTODOS ChM, CND E DRIS.....34

Tabela 1. Valores de Chance Matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes
de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão,
coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de
2004/2005.....48

Tabela 2. Valores de referência para macronutrientes na cultura do algodão (Silva,
2006).....49

Tabela 3. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes
de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão,
coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de
2004/2005.....51

Tabela 4. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes
de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão,
coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de
2004/2005.....53

Tabela 5. Valores de referência para micronutrientes na cultura do algodão (Silva,
2006).....54

Tabela 6. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes
de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão,
coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de
2004/2005.....54

Tabela 7. Modelos estatísticos dos relacionamentos entre índices DRIS, CND e teores
de nutrientes em amostras de algodão coletadas na região oeste do estado da
Bahia.....56

Tabela 8. Faixa e teor ótimo de nutrientes em folha de algodão obtidas pelo método da
Chance Matemática, DRIS e CND, a partir de amostra de folha de algodão
da região oeste do estado da Bahia. Literatura utilizada para a comparação
dos valores.....57

LISTA DE APÊNDICES

PÁGINAS

- Apêndice 1.** Produtividade em kg ha^{-1} e teores de macronutrientes e de micronutrientes em amostras de folhas de algodão, coletada no início do florescimento estágio R1, em 65 lavouras comerciais, na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005.....67
- Apêndice 2.** Produtividade em kg ha^{-1} , índice de equilíbrio nutricional médio¹ (IENm) e índices (DRIS)² de nutrientes na subpopulação de baixa e alto produtividade em amostras de folhas de algodão na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005.....70
- Apêndice 3.** Potência de resposta à adubação¹ (PRA), determinado pelo método DRIS², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005.....73
- Apêndice 4.** Estado nutricional¹ (EN), determinado pelo método DRIS², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005.....76
- Apêndice 5.** Produtividade em kg ha^{-1} , índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) e índices (CND) de nutrientes na subpopulação de baixa e alto produtividade em amostras de folhas de algodão na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005.....79
- Apêndice 6.** Potência de resposta à adubação¹ (PRA), determinado pelo método CND², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005.....82
- Apêndice 7.** Estado nutricional¹ (EN), determinado pelo método CND², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005.....85

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL E DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES PARA O ALGODOEIRO

RESUMO GERAL

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils, é o principal método bivariado utilizado. O método CND baseia-se na análise estatística de dados de composição nutricional, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional. Este trabalho teve como objetivos o desenvolvimento de normas DRIS e CND, a comparação dos diagnósticos realizados por esses métodos e a determinação de faixas ótimas de nutrientes para o algodoeiro, mediante a utilização dos métodos Chance matemática (ChM), Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e Diagnose da composição nutricional (CND), ao avaliar lavouras comerciais de algodão, no município de São Desidério (BA). A base de dados foi os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de algodão em caroço. Sendo dividido em duas subpopulações considerando-se a produtividade média (4.250 kg ha^{-1}) como o limite entre a subpopulação de alta produtividade ($>4.250 \text{ kg ha}^{-1}$) e a sub-população de baixa produtividade ($<4.250 \text{ kg ha}^{-1}$). Os nutrientes que apresentaram a maior resposta positiva à adubação foram K, Ca e Mn tanto pelo método DRIS quanto para o CND. Ao se avaliar a frequência de diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta positivo a adubação, constatou-se que o N (70,8%) foi o nutriente em que se observou a menor concordância entre os dois métodos (DRIS e CND), no entanto, o método DRIS diagnosticou maior deficiência relativa para o N do que o CND. Para os demais nutrientes avaliados, a frequência de diagnoses concordantes pelo potencial de resposta à adubação esteve em torno de 73,8% para o Zn a 87,7% para o nutriente P. Os métodos DRIS e CND apresentaram diagnósticos semelhantes, sendo sensíveis para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do algodoeiro. Os maiores valores de ChM para o N esteve entre a classe (32,0 a $39,1 \text{ g kg}^{-1}$). Esses valores concordam com os obtidos pelo método DRIS (32,7 a $35,4 \text{ g kg}^{-1}$) e CND (32,8 a $35,4 \text{ g kg}^{-1}$). Os maiores valores de ChM para a obtenção de produtividades maiores que 4.250 kg ha^{-1} para o P se manteve bem evidenciado, estando os limites das classes entre 2,7 a $4,1 \text{ g kg}^{-1}$. Com relação ao K as classes que apresentaram os maiores valores de Chance Matemática foram 14,6 a $21,2 \text{ g kg}^{-1}$. A utilização dos métodos DRIS, CND e ChM, em lavouras comerciais em geral, possibilitou a obtenção de uma menor amplitude da faixa ótima dos nutrientes, quando comparada com os valores obtidos por diferentes autores em diversas regiões do país.

Palavras-chave: nutrição mineral, faixas ótimas de nutrientes, *Gossypium hirsutum*.

AVALIATION OF THE NUTRITIONAL STATE AND DETERMINATION OF EXCELENT BANDS FOR COTTON

ABSTRACT

The Integrated System of Diagnose and Recommendation (DRIS), considered for Beaufiles, is the main bivaried method used. Method CND is based on the analysis statistics of data of nutritional composition, on the basis of the attainment of variable multinutrient (Z_i), each one of them weighed for the geometric average of the nutricional composition. This work had as objective the development of DRIS and CND norms, comparison of the diagnostics carried through for these methods and the determination of excellent bands of nutrients for the cotton plant, by means of the use of Mathematical Possibility (ChM), Integrated System of Diagnose and Recommendation (DRIS) and Diagnose of the nutricional composition (CND) methods, when evaluating commercial farmings of cotton, in the region west of Bahia State. This work was carried through in commercial farmings of cotton, in the agricultural year of 2004/2005. The database for the development of DRIS and CND was the total drifts of nutrients in leaf and the productivity of cotton in crock. Being divided in two subpopulations considering the average productivity ($4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) as the limit between the subpopulation of high productivity ($>4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) and the subpopulation of low productivity ($<4,250 \text{ kg ha}^{-1}$). The nutrients that had presented the biggest positive reply to the fertilization had been K, Ca and Mn in such a way for method DRIS how much for the CND. To if evaluating the frequency of diagnoses concordant how much to the positive potential of reply the fertilization, evidenced that the N (70,8%) was the nutrient where if it observed the lesser agreement between the two methods (DRIS and CND), however, DRIS method diagnosed greater relative deficiency for the N of that the CND. For the excessively nutrient ones evaluated, the frequency of diagnoses concordant for the potential of reply to the fertilization was around 73.8% for the Zn and 87.7% for the nutrient P. The DRIS and CND methods had presented similar diagnostic, being sensible for diagnosis of the nutritional state of the cotton culture. The biggest values of ChM for the N were enter the classroom (32.0 to 39.1 g kg^{-1}). These values agree to the gotten ones for method DRIS (32.7 to 35.4 g kg^{-1}) and CND (32,8 to 35.4 g kg^{-1}). The biggest values of ChM for the attainment of $4,250 \text{ kg ha}^{-1}$ bigger productivities that for the P if kept well evidenced, being the limits of the classrooms between 2.7 to 4.1 g kg^{-1} . With relation to the K the classroom that they had presented the biggest values of Mathematical Possibility had been 14.6 to 21.2 g kg^{-1} . The use of DRIS, CND and ChM methods, in commercial farmings, in general, made possible the attainment of a lesser amplitude of the excellent band of the nutrient, when compared with the values gotten by different authors in diverse regions of the country.

Keywords: Mineral nutrition, excellent texts of nutrients, *Gossypium hirsutum*.

INTRODUÇÃO GERAL

O manejo da adubação em áreas cultivadas com algodão há vários anos, geralmente não tem considerado, adequadamente, o histórico de uso da área e os resultados de análise de fertilidade do solo, muitas vezes não considerando que a reposta das plantas à adubação não segue uma distribuição linear, mas, segundo um modelo de acréscimos decrescentes.

A utilização de micronutrientes e de calcário na cultura do algodoeiro na região objeto de pesquisa deste estudo é intensa, tendo em vista que há uma escassez de informações de pesquisa a respeito do uso destes insumos na cultura do algodão.

Atualmente, a avaliação do estado nutricional de plantas, utilizando os métodos de diagnose foliar, os quais relacionam os teores de nutrientes entre si, vem se destacando dos tradicionais, que consideram os teores dos nutrientes individualmente, como no caso do nível crítico.

Nesta nova tendência destaca-se, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils, que é o principal método bivariado utilizado. Foi desenvolvido com o objetivo de classificar os nutrientes quanto à ordem de limitação ao crescimento e desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2005), independente da idade ou órgão da planta a ser amostrado (BAILEY et al., 1997).

A partir do DRIS, são calculados índices que expressam o equilíbrio relativo dos nutrientes numa planta, por meio da comparação de relações duais (N/P, P/K, K/Ca, Ca/Mg, etc) na amostra, com valores padrões ou normas (ALVAREZ V. E LEITE, 1999).

Além do DRIS, destaca-se, como método bivariado, o DRIS modificado (M-DRIS), além das relações duais, os teores dos nutrientes também são considerados (HALLMARK et al., 1987), e, como método multivariado, o da Diagnose da Composição Nutricional (CND).

Este último foi desenvolvido por Parent e Dafir (1992), com base no método de análise composicional em Aitchison (1982), concernentes à análise estatística de dados de composição, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional.

Segundo Urano et al. (2006), a compreensão dos princípios considerados por diferentes métodos de diagnose, bem como a comparação de seus resultados, é importante para utilização criteriosa destas ferramentas de análise.

Os níveis críticos para os teores de nutrientes em tecidos vegetais têm sido definidos por meio de abordagem intervencionista, em que a variabilidade da produção é explicada por variações no suprimento ou na disponibilidade do nutriente em análise, sendo os demais fatores de produção, nutricionais ou não, mantidos em níveis não-limitantes (URANO, 2007).

Segundo Kurihara (2004), há carência de uma vasta rede de experimentos para a obtenção destes estudos de calibração; sendo assim, os valores de referência tornam-se válidos apenas para uma limitada amplitude de condições em que os fatores de produção foram considerados nos trabalhos de calibração.

O objetivo do método da Chance Matemática (ChM) é a determinação de faixa de valores de um dado fator, interno ou externo à planta, em que se espera obter a máxima produtividade, possibilitando a determinação de um nível crítico, nível ótimo e faixa de suficiência a partir de dados provenientes de monitoramentos nutricionais (WADT, 1996).

Em amostras de tecidos vegetais, em que as relações duais entre teores de nutrientes apresentem valores similares aos estabelecidos como normas, o índice DRIS para cada nutriente se aproxima de zero (DARA et al., 1992). Partindo desse princípio, modelos estatísticos têm sido ajustados para descrever o relacionamento entre índices do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) e teores de nutrientes no tecido vegetal em eucalipto (WADT et al., 1998), café (REIS JÚNIOR et al., 2002), cana-de-açúcar (REIS JÚNIOR E MONNERAT, 2003), soja (KURIHARA, 2004; URANO, 2006) e algodão (SILVA, 2006) com a finalidade de aprimorar a interpretação de teores de nutrientes em tecidos vegetais.

É necessário a utilização de uma faixa ótima para avaliar os índices nutricionais, sendo obtida no intervalo de 2/3 desvios-padrão em relação ao índice DRIS ou CND igual a zero, obtido a partir da subpopulação de alta produtividade (KURIHARA, 2004).

Este trabalho teve como objetivos, avaliação do estado nutricional com o desenvolvimento de normas DRIS e CND e a comparação dos diagnósticos realizados por esses métodos e determinação de faixas ótimas de nutrientes para o algodoeiro pelos métodos DRIS, CND e ChM.

CAPÍTULO 1

DESENVOLVIMENTO DE NORMAS DRIS E CND E AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA CULTURA DO ALGODOEIRO

RESUMO

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils, é o principal método bivariado utilizado. O método CND baseia-se na análise estatística de dados de composição nutricional, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de normas DRIS e CND e a comparação dos diagnósticos realizados por esses métodos, ao avaliar lavouras comerciais de algodão, no município de São Desidério (BA). A base de dados para o desenvolvimento do DRIS e CND foi os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de algodão em caroço. Sendo dividido em duas subpopulações considerando-se a produtividade média (4.250 kg ha^{-1}) como o limite entre a subpopulação de alta produtividade ($>4.250 \text{ kg ha}^{-1}$) e a sub-população de baixa produtividade ($<4.250 \text{ kg ha}^{-1}$). Os nutrientes que apresentaram a maior resposta positiva à adubação foram K, Ca e Mn tanto pelo método DRIS quanto para o CND. Ao se avaliar a frequência de diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta positivo a adubação, constatou-se que o N (70,8%) foi o nutriente em que se observou a menor concordância entre os dois métodos (DRIS e CND), no entanto, o método DRIS diagnosticou maior deficiência relativa para o N do que o CND. Para os demais nutrientes avaliados, a frequência de diagnoses concordantes pelo potencial de resposta à adubação esteve em torno de 73,8% para o Zn a 87,7% para o nutriente P. Os métodos DRIS e CND apresentaram diagnósticos semelhantes, sendo sensíveis para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do algodoeiro.

Palavras-chave: Nutrição mineral, *Gossypium hirsutum* r *latifolium*, diagnose foliar, equilíbrio nutricional.

DEVELOPMENT OF DRIS AND CND NORMS AND EVALUATION OF STATE NUTRICIONAL OF THE COTTON CULTURE

ABSTRACT

The Integrated System of Diagnose and Recommendation (DRIS), considered for Beaufiles, is the main bivariated method used. Method CND is based on the analysis statistics of data of nutritional composition, on the basis of the attainment of variable multinutrient (Z_i), each one of them weighed for the geometric average of the nutritional composition. This work had as objective the development of DRIS and CND norms and the comparison of the diagnostics carried through for these methods, when evaluating commercial farmings of cotton, in the region west of Bahia State. This work was carried through in commercial farmings of cotton, in the agricultural year of 2004/2005. The database for the development of DRIS and CND was the total drifts of nutrients in leaf and the productivity of cotton in crock. Being divided in two subpopulations considering the average productivity ($4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) as the limit between the subpopulation of high productivity ($>4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) and the subpopulation of low productivity ($<4,250 \text{ kg ha}^{-1}$). The nutrients that had presented the biggest positive reply to the fertilization had been K, Ca and Mn in such a way for method DRIS how much for the CND. To if evaluating the frequency of diagnoses concordant how much to the positive potential of reply the fertilization, evidenced that the N (70,8%) was the nutrient where if it observed the lesser agreement between the two methods (DRIS and CND), however, DRIS method diagnosed greater relative deficiency for the N of that the CND. For the excessively nutrient ones evaluated, the frequency of diagnoses concordant for the potential of reply to the fertilization was around 73.8% for the Zn and 87.7% for the nutrient P. The DRIS and CND methods had presented similar diagnostic, being sensible for diagnosis of the nutritional state of the cotton culture.

Keywords: Mineral nutrition, *Gossypium hirsutum* r *latifolium*, diagnose foliar, nutritional balance.

1 INTRODUÇÃO

O manejo da adubação em áreas cultivadas com algodão a vários anos, geralmente não tem considerado, adequadamente, o histórico de uso da área e os resultados de análise de fertilidade do solo, muitas vezes não considerando que a reposta das plantas à adubação não segue uma distribuição linear mas, segundo um modelo de acréscimos decrescentes.

A utilização de micronutrientes e de calcário na cultura do algodoeiro na região objeto de pesquisa deste estudo é intensa, tendo em vista que há uma escassez de informações de pesquisa a respeito do uso destes insumos na cultura do algodão.

Atualmente, a avaliação do estado nutricional de plantas, utilizando os métodos de diagnose foliar, os quais relacionam os teores de nutrientes entre si, vem se destacando dos tradicionais, que consideram os teores dos nutrientes individualmente, como no caso do nível crítico.

Nesta nova tendência destaca-se, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils, que é o principal método bivariado utilizado. Foi desenvolvido com o objetivo de classificar os nutrientes quanto à ordem de limitação ao crescimento e desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2005), independente da idade ou órgão da planta a ser amostrado (BAILEY et al., 1997).

A partir do DRIS, são calculados índices que expressam o equilíbrio relativo dos nutrientes numa planta, por meio da comparação de relações duais (N/P, P/K, K/Ca, Ca/Mg, etc) na amostra, com valores padrões ou normas (ALVAREZ V. E LEITE, 1999).

Estudos utilizando a diagnose foliar têm sido eficientes, pois a planta é o próprio extrator de nutrientes do solo, possibilitando um diagnóstico nutricional direto (BEAUFILS, 1973). A correta interpretação de resultados de análises foliares proporciona informações que favorecem o uso racional de insumos, evita desperdício, melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, conseqüentemente, proporciona aumento da produtividade. Portanto, preconiza-se a utilização de métodos que disponibilizam subsídios para um diagnóstico nutricional eficiente e prático, a partir de resultados analíticos das folhas de uma planta e/ou lavoura (PARTELLI et al., 2005).

Além do DRIS, destaca-se, como método bivariado, o DRIS modificado (M-DRIS), além das relações duais, os teores dos nutrientes também são considerados

(HALLMARK et al., 1987), e, como método multivariado, o da Diagnose da Composição Nutricional (CND).

Este último foi desenvolvido por Parent e Dafir (1992), como base no método de análise composicional em Aitchison (1982), concernentes à análise estatística de dados de composição, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional.

Enquanto o emprego do método DRIS pressupõe que as relações entre os teores de dois nutrientes (relações bivariáveis) são as melhores indicadoras do desequilíbrio nutricional (WADT, 1996), as relações entre o teor de um nutriente e a média geométrica dos teores dos demais componentes da matéria seca, inclusive aqueles não avaliados analiticamente (relações multivariáveis), são consideradas como forma de expressão do equilíbrio nutricional, quando se emprega o método CND (PARENT E DAFIR, 1992).

Segundo Urano et al. (2006), a compreensão dos princípios considerados por diferentes métodos de diagnose, bem como a comparação de seus resultados, é importante para utilização criteriosa destas ferramentas de análise.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de normas DRIS e CND e a comparação dos diagnósticos realizados por esses métodos, ao avaliar lavouras comerciais de algodão, na região oeste do Estado da Bahia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Diagnose foliar

O desenvolvimento de um vegetal é influenciado pela sua nutrição mineral, sendo possível prevenir as deficiências e excessos de nutrientes, pela correção e adubação dos solos usando-se a análise química como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes. A própria planta pode ser utilizada com o objetivo de diagnosticar o estado nutricional (BATAGLIA et al., 1992).

A diagnose nutricional pode ser feita por meio da observação visual dos sintomas de distúrbios nutricionais, conhecida como, diagnose visual, ou por meio de procedimentos mais eficientes envolvendo, por exemplo, a análise química das folhas. Em ambos os casos há necessidade de se observar determinados princípios para que os resultados possam ser devidamente interpretados e resultem em recomendações com resultados econômicos para os produtores (MALAVOLTA et al., 1997).

Por serem as folhas órgãos de elevada atividade metabólica, podendo apresentar, alterações fisiológicas devidas a distúrbios nutricionais, elas tem sido usadas nos diagnósticos nutricionais das plantas por meio da análise química, procedimentos que de forma ampla, se denomina de diagnose foliar.

O teor de um nutriente na planta pode ser interpretado por vários métodos de avaliação do estado nutricional. Os mais usados são: níveis críticos, as faixas críticas de concentração e o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) (BORGES, 2004).

No entanto, o uso correto da diagnose foliar como método de avaliação do estado nutricional da planta depende do conhecimento das limitações da técnica. É preciso questionar a confiabilidades dos dados, a utilização de relações de balanço de nutrientes, o efeito de cultivares e o efeito de concentrações variáveis de nutriente alterando os processos fisiológicos (JONES et al., 1981). Bataglia et al. (1996) que alertaram sobre a necessidade dos conhecimentos dos fatores que afetam a concentração dos nutrientes nas folhas.

A composição química das folhas é resultado da ação e da interação de diversos fatores que atuam até o momento em que as mesmas foram colhidas para análise (MALAVOLTA et al. 1997). O tipo do solo, clima, idade da planta e da folha,

tamanho e posição da folha, espécie vegetal, variedades, práticas culturais, pragas e doenças, época de amostragem, entre outros fatores, podem influenciar os teores de nutrientes nas folhas.

Medeiros e Haag (1989) buscaram estabelecer o órgão do algodoeiro que melhor representasse seu estado nutricional; concluíram que a amostragem do limbo, do pecíolo ou da folha completa (limbo + pecíolo) seria adequada para a avaliação, desde que fosse coletada a quinta folha da haste principal, a partir do ápice, conforme indicação de Hiroce et al. (1986), durante todo o período reprodutivo, compreendido desde o aparecimento do primeiro botão floral até o aparecimento de frutos maduros, popularmente conhecidos como “maçãs”.

2.2 Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)

Dentre as ferramentas utilizadas para a realização da diagnose nutricional de plantas, destaca-se o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). Desenvolvido por Beaufils (1973), é um sistema de interpretação de resultados de análises de tecidos vegetais comparando razões entre pares de nutrientes de uma lavoura amostrada com valores de referência (normas DRIS) de um grupo de produtividade desejada (SOLTANPOUR et al., 1995) por meio de uma fórmula-padrão relativamente complexa (BALDOCK E SCHULTE, 1996), calculando um índice para cada nutriente envolvido na diagnose. O DRIS tem sido aplicado em várias culturas, como milho (SUMNER, 1977; ELWALI et al., 1985), café (REIS JUNIOR, 2002; BORGES, 2004), soja (URANO, 2006), citros (BEVERLY et al., 1987), algodão (SILVA, 2006) dentre outras.

Segundo Baldock e Schulte (1996), quatro são as vantagens do DRIS: a escala de interpretação é contínua e fácil de usar; ordena os nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo; pode identificar casos nos quais a produção está limitada em razão de um desequilíbrio nutricional, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo de seu nível crítico e o Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN) fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes, sobre a produção. Por outro lado, a desvantagem dessa metodologia é que, os índices não são independentes, ou seja, o teor de um nutriente pode ter efeito marcante sobre os índices de outros nutrientes.

O primeiro passo para implementar o DRIS, ou outro sistema de diagnóstico nutricional, é o estabelecimento de valores-padrões ou normas (WALWORTH E SUMNER, 1987; BAILEY et al., 1997). Para estabelecer as normas DRIS, é necessário usar um banco de dados contendo informações que relacionam teores foliares e produtividades. Com base nesse banco de dados, as médias e os desvio-padrão de todas as relações entre teores de nutrientes são calculados. Para um par de nutrientes existem duas formas de expressão no cálculo do DRIS, por exemplo, K e S podem ser relacionados como K/S e S/K, sendo as mesmas utilizadas para compor as normas.

Após o estabelecimento das normas DRIS (média e desvio padrão ou coeficiente de variação de relações entre nutrientes), por meio da fórmula proposta por Beaufils (1973) calcula-se um índice para cada nutriente que varia de negativo a positivo; o somatório dos índices dos nutrientes sempre será igual a zero (ELWALI E GASCHO, 1984). Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do desejado, e quanto mais negativo for o índice, mais deficiente está o nutriente; similarmente, um índice DRIS positivo indica que o teor do nutriente está acima do desejado, e quanto mais positivo for o índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal, e índice DRIS igual a zero indica que o teor do nutriente está no valor ótimo (BALDOCK E SCHULTE, 1996). O DRIS também fornece um índice geral, que é o somatório absoluto dos valores dos índices dos nutrientes (BALDOCK E SCHULTE, 1996), chamado de Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN) (RATHFON E BURGER, 1991). Quanto menor este somatório absoluto, menor será o desequilíbrio entre os nutrientes da lavoura amostrada (SNYDER E KRETSCHMER, 1988).

A população de referência é selecionada a partir de uma população maior dentro de um conjunto de dados também criteriosamente selecionados. Os bancos de dados para obtenção das normas podem ter tamanho variável em função das premissas a serem adotadas no método e devem ser uniformes quanto às características da cultura. Normas obtidas a partir de um grande banco de dados gerados de diferentes tipos de solo, clima e cultivares, normalmente não podem ser generalizados, e será representativo apenas se incluírem toda a variabilidade da população. Deve-se, portanto, definir estes atributos para então reunir e formar o banco de dados (LETZSCH E SUMNER, 1984).

Reis Junior et al. (2002) adotaram como grupo de referência aquele de média produtividade, conforme sugestão de Beaufils (1973) de que no grupo de média produtividade há melhor representatividade da variabilidade das relações entre

nutrientes. Malavolta et al. (1997) recomenda que a obtenção da população de referência seja no máximo 80% das observações. Outros autores salientam que a população de referência deva ser no mínimo 10% da população base (LETZSCH E SUMNER, 1984).

Com relação ao tamanho da base de dados, grande variação é encontrada na literatura, desde 24 observações (LEITE, 1992) até 2.800 ou mais (SUMNER, 1977). Walworth et al. (1988) demonstraram que normas DRIS desenvolvidas a partir de 10 observações de milho cultivadas em campo, com produtividade superior a 18 t ha^{-1} , foram mais representativas e eficientes que normas provenientes de banco de dados maiores, ao contrário de Letzsch e Sumner (1984), que estabeleceram que as melhores normas tiveram origem de grandes bases de dados com observações de alta produtividade.

Normas DRIS muito abrangentes e genéricas podem representar prejuízo na acurácia e, conseqüentemente, na eficiência do diagnóstico. A qualidade das observações deve ser a meta para a escolha da base de dados a despeito da quantidade. Após a definição da população de referência, dela é originada as normas, ou seja, a relação entre todos os pares de nutrientes e seus respectivos desvios padrões ou coeficientes de variação. A relação ou razão entre um par de nutriente pode ser tanto direta quanto inversa (BEAUFILS, 1973).

2.3 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

O método CND foi desenvolvido por Parent e Dafir (1992), com base no método de análise composicional em Aitchison (1982), concernentes à análise estatística de dados de composição, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional.

Este método sugere que a definição de equilíbrio nutricional inclui não somente conceitos fisiológicos, como interações entre nutrientes, mas também o conceito de que a composição nutricional de tecidos vegetais é representada pela soma de todos os seus nutrientes, incluindo elementos não avaliados analiticamente (URANO et al., 2006).

A consistência da interpretação das análises de tecido aumenta à medida que o enfoque univariado (o do nível crítico) é ampliado, de modo a considerar as relações

entre nutrientes, dois a dois, ou seja, relações duais (enfoque bivariado) e, assim, progressivamente, as relações ternárias até idealmente abranger, mediante enfoque multivariado, toda a estrutura de variação da composição nutricional (HOLLAND, 1966). Portanto, a comparação de métodos de diagnose nutricional, com diferentes procedimentos para o cálculo e interpretação de seus índices, permite avaliar a influência de cada método quanto ao aspecto de universalidade das respectivas normas. O grau de universalidade das normas, obtidas de acordo com os respectivos métodos (DRIS e CND), foi dependente do critério adotado para sua avaliação, variando, também, entre as localidades. Em virtude da ausência de universalidade das normas, é preferível a utilização de normas específicas em vez de normas gerais (SILVA, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparo das amostras

Este trabalho foi realizado em lavouras comerciais de algodão, no ano agrícola de 2004/2005, no município de São Desidério (BA), em torno das coordenadas geográficas 12^o41'S e 45^o40'W, com uma altitude média de 497 m. O solo da região de estudo foi um LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, franco-argilo-arenoso. A precipitação média anual se encontra em torno de 1.700 mm. A cultura foi conduzida em um sistema de plantio convencional em sucessão com a cultura da soja, as variedades que compuseram a bases de dados foram: Delta Opal, Delta Penta e Acala 90.

Foram avaliadas 65 amostras compostas, de folhas de algodoeiro, sendo que cada uma dessas amostras foram formadas por 50 amostras simples coletadas em cada talhão comercial, uma folha por planta, tendo uma área média de 120 ha, cada talhão. As amostras foliares foram coletadas no estágio F1 a F4 (MARUR E RUANO, 2001), início do florescimento, com o surgimento da primeira flor, no primeiro ramo reprodutivo, sendo coletada a quinta folha (limbo + pecíolo) formada a partir do ápice da haste principal (SOUSA E LOBATO, 2004). As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65^oC, até peso constante e moídas em moinho de aço inoxidável, peneiradas em peneira de 20 mesh e pesadas.

Nas amostras de folhas foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). A determinação de nitrogênio (N) foi efetuada nos extratos de mineralização sulfúrica pelo método semi-micro-Kjeldahl. A determinação de boro (B) foi efetuada nos extratos de mineralização por via seca, por colorimetria de azometina-H. Para a determinação de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn), os extratos foram obtidos por digestão nítrico-perclórica. O P foi determinado pelo método do metavanato usando espectrofotômetro (UV-visível); para o K, utilizou-se fotometria de chama de emissão; para o S utilizou-se turbidimetria do sulfato de bário (colorímetro); e para Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, utilizou-se espectrofotometria de absorção atômica.

3.2 Formação da base de dados

As informações utilizadas para a formação da base de dados e para o desenvolvimento do DRIS foram os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de algodão em caroço. A base de dados foi dividida em duas subpopulações considerando-se a produtividade média (4.250 kg ha^{-1}) como o limite entre a subpopulação de alta produtividade ($>4.250 \text{ kg ha}^{-1}$) e a sub-população de baixa produtividade ($<4.250 \text{ kg ha}^{-1}$) (TERRA, 2003).

3.3 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

Foi realizado teste de normalidade para a escolha dos quocientes, sendo usado o teste de Lilliefors, a 5% de probabilidade (BARBOSA, 2006).

Após a transformação, por função logarítmica neperiana, dos quocientes entre teores de nutrientes em uma amostra avaliada (A/B, A/C, A/N, ..., B/A, C/A, N/A), os desvios destes [$Z(A/B)$, $Z(A/C)$, $Z(A/N)$, ..., $Z(B/A)$, $Z(C/A)$, $Z(N/A)$], em relação aos valores médios dos mesmos quocientes, na população de alta produtividade (a/b, a/c, a/n, ..., b/a, c/a, n/a), foram então determinados de acordo com Jones (1981), em unidades de desvio-padrão (s), utilizando-se um fator de ajuste (c) = 1, conforme sugerido por Wadt et al. (1998): $Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] (c/s)$.

Os índices DRIS para cada nutriente consistiram da média aritmética das relações diretas (A/B) e inversas (B/A), transformadas em variáveis normais reduzidas, de acordo com Alvarez V. e Leite (1999), em que n é o número de nutrientes envolvidos na análise: $IA = [Z(A/B) + Z(A/C) + Z(A/N) + \dots - Z(B/A) - Z(C/A) - Z(N/A)]/2(n - 1)$.

3.4 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

As variáveis multinutrientes (VA) consistiram do logaritmo neperiano do quociente entre a concentração de cada nutriente (A) e a média geométrica das

concentrações dos constituintes da massa de matéria seca (G), adaptado de Khiari et al. (2001):

$$VA = \ln (A/G),$$

Sendo:

G= média geométrica dos teores dos nutrientes da massa seca = $(A \times B \times \dots \times C \times R)^{1/n+1}$;

A, B, C= teores dos nutrientes avaliados (mg kg^{-1});

R= complemento para 100% de massa seca = $1 \times 10^6 - (A+B+\dots+C)$;

n = número de nutrientes avaliados.

Os índices CND (I_A) foram calculados pela diferença entre as variáveis multinutrientes, no talhão avaliado (V_A) e na média da população de referência (V_A^*), dividido pelo desvio padrão desta variável, na população de referência (S_A^*): $I_A = (V_A - V_A^*)/S_A^*$.

3.5 Índice de Equilíbrio Nutricional e Médio (IEN e IENm)

O somatório dos valores em módulo dos índices DRIS ou CND, de todos os nutrientes, constituiu o índice de equilíbrio nutricional (IEN) da amostra sob diagnose: $IEN = |IA| + |IB| + |IC| + \dots + |IN|$. O índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) foi obtido, dividindo-se o valor do índice de equilíbrio nutricional (IEN) pelo número de nutrientes avaliados (n): $IENm = IEN/n$ (WADT, 1996).

A interpretação dos índices DRIS e CND foi realizada tendo-se classificado os nutrientes de acordo com o potencial de resposta à adubação (PRA) (WADT, 1996) (Tabela 1). Para maior síntese, as classes de potencial de resposta positiva (p) e positiva ou nula (pz) e, também, negativa (n) e negativa ou nula (nz), foram agrupadas e denominadas de limitantes por falta (LF) ou por excesso (LE) e a classe de resposta nula (z) foi denominada como não limitante (NL), conforme Silva (2001).

Para os métodos DRIS e CND verificou-se a hipótese de que a frequência com que cada nutriente ocorreu como o limitante primário por deficiência, ou seja, com potencial de resposta à adubação positiva e de alta probabilidade, tenha sido atribuída ao acaso. Para isto, utilizou-se o teste de qui-quadrado de ajustamento (SILVA, 2005), a 5% de probabilidade, com n -1 graus de liberdade (n = número de nutrientes analisados).

Como o limitante primário por deficiência considerou-se o nutriente que apresentou o índice negativo, de menor valor em relação aos índices dos demais nutrientes, e maior em módulo que o índice de equilíbrio nutricional médio (IENm). Se verdadeira a hipótese considerada, as frequências observadas para todos os nutrientes seriam estatisticamente iguais entre si (URANO et al., 2006). As frequências esperadas (FE) e observadas (FO) foram calculadas da seguinte forma: FE (%) = [(nº total de talhões avaliados/nº de nutrientes avaliados)/nº total de talhões avaliados] x 100; e FO (%) = (nº de talhões em que o nutriente foi considerado como o limitante primário por deficiência/nº total de talhões avaliados) x 100.

Tabela 1. Critérios para determinação do potencial de resposta à adubação (PRA) (WADT, 1996)

Critério	Tipo de resposta à adubação	Estado nutricional
$I_A < 0$, $ I_A > IENm$ e I_A é o índice de menor valor.	Positiva, com alta probabilidade (p)	Deficiente
$I_A < 0$ e $ I_A > IENm$	Positiva, com baixa probabilidade (pz)	Provavelmente deficiente
$ I_A \leq IENm$	Nula (z)	Equilibrado
$I_A > 0$ e $ I_A > IENm$	Negativa, com baixa probabilidade (nz)	Provavelmente em excesso
$I_A > 0$, $ I_A > IENm$ e I_A é o índice de maior valor.	Negativa, com alta probabilidade (n)	Em excesso

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 65 amostras, 40 (61,5%) apresentaram produtividade acima da média 4.250 kg ha⁻¹, formando assim a subpopulação de alta produtividade. Os 25 talhões restantes (38,5%) constituíram, portanto a subpopulação de baixa produtividade.

As relações duais entre os nutrientes foram transformadas usando logaritmo neperiano, favorecendo assim, a aceitação da hipótese de normalidade da distribuição de frequência para 95,5% dos quocientes entre teores de nutrientes na subpopulação de alta produtividade. Essa transformação logarítmica é sugerida por Beverly (1987), como forma de correção dos desvios de simetria dos valores dos quocientes.

Urano et al. (2006) encontraram uma aceitação de 58,2% das relações duais sem transformação e, após a transformação por logaritmo neperiano houve uma aceitação de 94,5% dos quocientes da subpopulação de alta produtividade, sendo uma condição desejada para a correta utilização do método DRIS. Essa transformação sugerida por Beverly (1987). Possibilita a utilização de todas as relações duais, dessa forma, os valores das relações duais que foram submetidos à transformação usando logaritmo neperiano, formaram as normas DRIS (média e desvio padrão) do presente trabalho (Tabela 2).

Para as variáveis multinutrientes na subpopulação de referência houve uma aceitação de 100% à hipótese de distribuição normal de frequência, constituindo dessa forma as normas CND as médias e desvios padrão das mesmas (Tabela 3). De acordo com Khiari et al. (2001), as variáveis multinutrientes são os quocientes entre o teor de um determinado nutriente e a média geométrica (G) dos teores dos constituintes da massa seca, utilizando ainda um valor de complemento ($R=1 \times 10^6 - (A+B+\dots+C)$), assim como nas normas DRIS foi realizada a transformação por logaritmo neperiano.

Tabela 2. Médias e desvio-padrão (s) dos quocientes entre teores (mg kg⁻¹) de nutrientes em folhas de algodão, na subpopulação de alta produtividade⁽¹⁾, transformadas por função logarítmica neperiana (normas DRIS), em amostras coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005

Variável	Média	s	p ⁽²⁾	Variável	Média	s	p ⁽²⁾
N/P	2,6832	0,1713	>0,05	S/Fe	2,9964	0,2727	>0,05
N/K	0,7077	0,2559	>0,05	S/Zn	3,8005	0,2715	>0,05
N/Ca	0,4960	0,1630	>0,05	S/Cu	5,9301	0,2601	>0,05
N/Mg	1,6651	0,1957	>0,05	S/Mn	4,5257	0,3546	>0,05
N/S	2,2327	0,2832	>0,05	S/B	4,7266	0,2760	>0,05
N/Fe	5,2291	0,0715	>0,05	Fe/N	-5,2291	0,0715	>0,05
N/Zn	6,0332	0,0706	>0,05	Fe/P	-2,5459	0,1366	>0,05
N/Cu	8,1628	0,1219	>0,05	Fe/K	-4,5213	0,2331	>0,05
N/Mn	6,7584	0,1353	>0,05	Fe/Ca	-4,7331	0,1789	>0,05
N/B	6,9593	0,0714	>0,05	Fe/Mg	-3,5640	0,1798	>0,05
P/N	-2,6832	0,1713	>0,05	Fe/S	-2,9964	0,2727	>0,05
P/K	-1,9755	0,2588	>0,05	Fe/Zn	0,8041	0,0216	>0,05
P/Ca	-2,1872	0,2476	>0,05	Fe/Cu	2,9337	0,1068	>0,05
P/Mg	-1,0181	0,2455	>0,05	Fe/Mn	1,5293	0,1704	<0,05
P/S	-0,4505	0,2787	>0,05	Fe/B	1,7303	0,0451	>0,05
P/Fe	2,5459	0,1366	>0,05	Zn/N	-6,0332	0,0706	>0,05
P/Zn	3,3499	0,1418	>0,05	Zn/P	-3,3499	0,1418	>0,05
P/Cu	5,4795	0,1743	>0,05	Zn/K	-5,3254	0,2337	>0,05
P/Mn	4,0752	0,2386	>0,05	Zn/Ca	-5,5371	0,1740	>0,05
P/B	4,2761	0,1468	>0,05	Zn/Mg	-4,3681	0,1767	>0,05
K/N	-0,7077	0,2559	>0,05	Zn/S	-3,8005	0,2715	>0,05
K/P	1,9755	0,2588	>0,05	Zn/Fe	-0,8041	0,0216	>0,05
K/Ca	-0,2117	0,2863	<0,05	Zn/Cu	2,1296	0,0980	>0,05
K/Mg	0,9573	0,3280	>0,05	Zn/Mn	0,7252	0,1707	>0,05
K/S	1,5250	0,3955	>0,05	Zn/B	0,9262	0,0414	>0,05
K/Fe	4,5213	0,2331	>0,05	Cu/N	-8,1628	0,1219	>0,05
K/Zn	5,3254	0,2337	>0,05	Cu/P	-5,4795	0,1743	>0,05
K/Cu	7,4550	0,2387	>0,05	Cu/K	-7,4550	0,2387	>0,05

...continua...

Tabela 2, Cont.

Variável	Média	s	p⁽²⁾	Variável	Média	s	p⁽²⁾
K/Mg	6,0506	0,3008	>0,05	Cu/Ca	-7,6667	0,1583	>0,05
K/B	6,2516	0,2409	>0,05	Cu/Mg	-6,4977	0,2108	>0,05
Ca/N	-0,4960	0,1630	>0,05	Cu/S	-5,9301	0,2601	>0,05
Ca/P	2,1872	0,2476	>0,05	Cu/Fe	-2,9337	0,1068	<0,05
Ca/K	0,2117	0,2863	<0,05	Cu/Zn	-2,1296	0,0980	>0,05
Ca/Mg	1,1691	0,2429	>0,05	Cu/Mn	-1,4044	0,1966	>0,05
Ca/S	1,7367	0,3296	>0,05	Cu/B	-1,2034	0,0972	>0,05
Ca/Fe	4,7331	0,1789	>0,05	Mn/N	-6,7584	0,1353	>0,05
Ca/Zn	5,5371	0,1740	>0,05	Mn/P	-4,0752	0,2386	>0,05
Ca/Cu	7,6667	0,1583	>0,05	Mn/K	-6,0506	0,3008	>0,05
Ca/Mn	6,2624	0,2109	>0,05	Mn/Ca	-6,2624	0,2109	>0,05
Ca/B	6,4633	0,1657	>0,05	Mn/Mg	-5,0933	0,2560	>0,05
Mg/N	-1,6651	0,1957	>0,05	Mn/S	-4,5257	0,3546	>0,05
Mg/P	1,0181	0,2455	>0,05	Mn/Fe	-1,5293	0,1704	>0,05
Mg/K	-0,9573	0,3280	>0,05	Mn/Zn	-0,7252	0,1707	>0,05
Mg/Ca	-1,1691	0,2429	>0,05	Mn/Cu	1,4044	0,1966	>0,05
Mg/S	0,5676	0,3189	>0,05	Mn/B	0,2010	0,1654	>0,05
Mg/Fe	3,5640	0,1798	>0,05	B/N	-6,9593	0,0714	>0,05
Mg/Zn	4,3681	0,1767	>0,05	B/P	-4,2761	0,1468	>0,05
Mg/Cu	6,4977	0,2108	>0,05	B/K	-6,2516	0,2409	>0,05
Mg/Mn	5,0933	0,2560	>0,05	B/Ca	-6,4633	0,1657	>0,05
Mg/B	5,2943	0,1745	>0,05	B/Mg	-5,2943	0,1745	>0,05
S/N	-2,2327	0,2832	>0,05	B/S	-4,7266	0,2760	>0,05
S/P	0,4505	0,2787	>0,05	B/Fe	-1,7303	0,0451	>0,05
S/K	-1,5250	0,3955	>0,05	B/Zn	-0,9262	0,0414	>0,05
S/Ca	-1,7367	0,3296	>0,05	B/Cu	1,2034	0,0972	>0,05
S/Mg	-0,5676	0,3189	>0,05	B/Mn	-0,2010	0,1654	>0,05

⁽¹⁾Maior que a média, com n = 40 talhões; ⁽²⁾Probabilidade para aceitação da hipótese de normalidade de distribuição de freqüências, pelo teste de Lilliefors (Barbosa et al., 2006).

Tabela 3. Média e desvio-padrão (s) das variáveis multinutrientes (V) e média geométrica dos constituintes da massa seca (G), em folhas de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de alta produtividade⁽¹⁾

Variável	Média	s	p⁽²⁾
G	1478,4724	68,3493	na
VN	3,1360	0,0696	>0,05
VP	0,4560	0,1432	>0,05
VK	2,4282	0,2256	>0,05
VCa	2,6399	0,1554	>0,05
VMg	1,4709	0,1769	>0,05
VS	0,9033	0,2539	>0,05
VFe	-2,0931	0,0460	>0,05
VZn	-2,8972	0,0420	>0,05
VCu	-5,0268	0,0812	>0,05
VMn	-3,6224	0,1641	>0,05
VB	-3,8234	0,0464	>0,05

⁽¹⁾Maior que a média, com n = 40 talhões. ⁽²⁾Probabilidade para aceitação da hipótese de normalidade de distribuição de frequências, pelo teste de Lilliefors (Barbosa et al., 2006). na (não avaliado).

Com o cálculo do qui-quadrado, tanto para a diagnose realizada pelo método DRIS quanto para o CND, foi possível observar que a frequência com que os nutrientes ocorreram como mais limitante no algodoeiro não foi devido ao acaso. Assim, foi rejeitada a hipótese de que os nutrientes ocorreram como os mais limitantes devido ao acaso, e aceita que os métodos de diagnose DRIS e CND, foram eficientes para diagnosticar diferenças de probabilidade de resposta positiva à adubação (Tabelas 4 e 5). Este resultado concorda com os obtidos por Urano et al. (2006), tanto para o DRIS quanto para o CND, na avaliação do estado nutricional da cultura da soja.

Tabela 4. Cálculo do qui-quadrado, para as frequências observadas (%) de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn como nutriente limitante primário por deficiência⁽¹⁾, pelo método DRIS

Nutriente	DRIS		
	FO	FE	$(FO-FE)^2/FE$
N	0,000	9,09	9,09
P	7,69	9,09	0,22
K	23,08	9,09	21,52
Ca	23,08	9,09	21,52
Mg	6,15	9,09	0,95
S	9,23	9,09	0,00
Fe	3,08	9,09	3,98
Zn	0,00	9,09	9,09
Cu	7,69	9,09	0,22
Mn	18,46	9,09	9,66
B	1,54	9,09	6,27
<i>Qui-quadrado</i>			82,508876**

⁽¹⁾Com potencial de resposta à adubação positiva e muito provável (p), conforme Wadt (1996). ⁽²⁾FO e FE correspondem as frequências observada e esperada, respectivamente. **p menor que 0,01.

Tabela 5. Cálculo do qui-quadrado, para as frequências observadas (%) de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn como nutriente limitante primário por deficiência⁽¹⁾, pelo método CND

Nutriente	CND		
	FO	FE	$(FO-FE)^2/FE$
N	1,54	9,09	6,27
P	6,15	9,09	0,95
K	20,00	9,09	13,09
Ca	21,54	9,09	17,04
Mg	3,08	9,09	3,98
S	7,69	9,09	0,22
Fe	6,15	9,09	0,95
Zn	0,00	9,09	9,09
Cu	10,77	9,09	0,31
Mn	13,85	9,09	2,49
B	6,15	9,09	0,95
<i>Qui-quadrado</i>			55,33728**

⁽¹⁾Com potencial de resposta à adubação positiva e muito provável (p), conforme Wadt (1996). ⁽²⁾FO e FE correspondem as frequências observada e esperada, respectivamente. **p menor que 0,01.

Nos talhões avaliados foi observada uma proporção de 24,62% (DRIS) e 21,54% (CND), onde se pode constatar que o elemento que apresentava a maior

resposta negativa à adubação foi o P, havendo dessa forma uma concordância entre os dois métodos, que foram capazes de diagnosticar o P como sendo o elemento com menor proporção na resposta a adubação (Tabela 6).

O teor de H_2PO_4 usado nesses talhões aonde o fósforo apresentou baixa resposta a adubação foi de 180 kg ha^{-1} , sendo, essa quantidade considerada alta, e devido esses solos apresentarem uma textura arenosa, a disponibilidade de fósforo é maior que em um solo de textura argilosa, aonde se tem maior fixação desse elemento acarretando menor disponibilidade para as plantas.

Medeiros et al. (2004) obtiveram em análise foliar que, o teor de P na folha do algodoeiro apresentou comportamento quadrático similar à produtividade de algodão em caroço, ou seja, há incremento no teor de P nas folhas do algodoeiro com o aumento da dose de H_2PO_4 no solo, até um ponto máximo a partir do qual o teor começa a diminuir.

Souza e Brasil Sobrinho (1987), ao buscarem resposta da cultura à aplicação de NPK via foliar, identificaram que houve interação entre esses nutrientes, uma vez que a aplicação de N aumentou a concentração de K nas folhas velhas e de P nas folhas novas e velhas. Porém, a aplicação de P isoladamente causou diminuição dos teores de N nas folhas avaliadas (novas e velhas) e a aplicação de K aumentou o teor de P em todas as folhas. A interpretação deste trabalho indica que a absorção de P está intimamente ligada ao bom suprimento de K e N.

Os nutrientes que apresentaram com maior frequência nos talhões avaliados resposta positiva à adubação foram K, Ca e Mn (Tabela 6), nas avaliações em que o K e o Ca apresentaram como deficiente, os teores desses nutrientes nas análises de solo estiveram abaixo do adequado, resultando dessa forma em uma deficiência desse elemento na planta, sendo, constatado pelo potencial de resposta a adubação positivo. A resposta positiva ao Mn foi um resultado esperado, devido a intensidade de uso do calcário nesses talhões, chegando a dosagens de 7.000 kg ha^{-1} , em um solo de textura franco-arenoso, levando possivelmente a uma deficiência de micronutrientes inclusive o Mn.

Tabela 6. Frequência (%) do potencial de resposta à adubação de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinada pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade

Nutriente	Método	Potencial de resposta a adubação (%)				
		p	pz	z	nz	n
N	DRIS	0,00	16,92	64,62	13,85	4,62
	CND	1,54	24,62	47,69	9,23	16,92
P	DRIS	7,69	12,31	49,23	6,15	24,62
	CND	6,15	9,23	58,46	4,62	21,54
K	DRIS	23,08	13,85	40,00	7,69	15,38
	CND	20,00	7,69	53,85	9,23	9,23
Ca	DRIS	23,08	10,77	50,77	9,23	6,15
	CND	21,54	7,69	56,92	9,23	4,62
Mg	DRIS	6,15	6,15	41,54	32,31	13,85
	CND	3,08	4,62	55,38	23,08	13,84
S	DRIS	9,23	12,31	50,77	12,31	15,38
	CND	7,69	10,77	60,00	13,85	7,69
Fe	DRIS	3,08	4,62	86,15	1,54	4,62
	CND	6,15	10,77	61,54	16,92	4,62
Zn	DRIS	0,00	4,62	89,23	6,15	0,00
	CND	0,00	7,69	75,38	12,31	4,62
Cu	DRIS	7,69	18,46	61,54	9,23	3,08
	CND	10,77	16,92	56,92	10,77	4,62
Mn	DRIS	18,46	15,38	46,15	9,23	10,77
	CND	13,85	15,38	50,77	10,77	9,23
B	DRIS	1,54	10,77	76,92	6,15	4,62
	CND	6,15	13,85	58,46	13,85	7,69

⁽¹⁾p: positiva, com alta probabilidade; pz: positiva, com baixa probabilidade; z: nula; nz: negativa, com baixa probabilidade; n: negativa, com alta probabilidade, conforme Wadt (1996).

Ao se avaliar a frequência de diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta positivo a adubação, constatou-se que o N (70,8%) foi o nutriente em que se observou a menor concordância entre os dois métodos (DRIS e CND), no entanto, o método DRIS diagnosticou maior deficiência relativa para o N do que o CND. Para os demais nutrientes avaliados a frequência de diagnoses concordantes pelo potencial de resposta à adubação esteve em torno de 73,8% para o Zn a 87,7% para o nutriente P (Tabela 7).

Tabela 7. Frequência (%) de talhões com diagnoses concordantes do potencial de resposta à adubação (PRA), determinados pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
<i>PRA</i>	70,8	87,7	78,5	76,9	78,5	84,6	76,9	73,8	84,6	84,6	76,9

As cinco classes de potencial de resposta a adubação (p, pz, z, nz e n) foram agrupadas em três classes de estado nutricional (LF, NL e LE): resposta de adubação positiva (p) e positiva ou nula (pz) foram reduzidas à limitante por falta (LF); nula (z) à não limitante (NL) e negativa (n) e negativa ou nulo (nz) à limitante por excesso (LE). Com esse agrupamento observou-se que o Mg foi o elemento que apresentou a maior limitação por excesso 46,16% (DRIS) e 36,92% (CND), dos talhões diagnosticados. Em seguida vem o P com 30,77% (DRIS) e 26,16% (CND) dos talhões avaliados, aparecendo como LE. O K, Ca e Mn foram os elementos que apresentaram com maior frequência nos talhões como limitante por falta, havendo uma concordância entre os métodos DRIS e CND (Tabela 8). Pode-se observar que mesmo agrupando as classes de potencial de resposta à adubação para as classes do estado nutricional, houve uma concordância com relação aos nutrientes que tiveram uma resposta positiva (p) e negativa (n) à adubação com os limitantes por falta (LF) e limitantes por excesso (LE).

Tabela 8. Frequência (%) de diagnose do estado nutricional de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinado pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade

Nutriente	Método	Estado nutricional (%)		
		LF	NL	LE
N	DRIS	20,00	58,46	21,54
	CND	21,54	53,85	24,62
P	DRIS	18,46	50,77	30,77
	CND	13,85	60,00	26,15
K	DRIS	36,92	40,00	23,08
	CND	30,77	50,77	18,46
Ca	DRIS	33,85	50,77	15,38
	CND	29,23	56,92	13,85
Mg	DRIS	12,31	41,54	46,15
	CND	7,69	55,38	36,92
S	DRIS	20,00	53,85	26,15
	CND	18,46	60,00	21,54
Fe	DRIS	7,69	86,15	6,15
	CND	16,92	67,69	15,38
Zn	DRIS	4,62	84,62	10,77
	CND	15,38	60,00	24,62
Cu	DRIS	26,15	61,54	12,31
	CND	29,23	55,38	15,38
Mn	DRIS	33,85	44,62	21,54
	CND	29,23	50,77	20,00
B	DRIS	12,31	76,92	10,77
	CND	20,00	55,38	24,62

LF: limitante por falta; NL: não limitante; LE: limitante por excesso, conforme Silva (2001).

Quando se avaliou o estado nutricional, com relação à frequência dos diagnósticos concordantes, considerando os nutrientes de maneira isolada, os elementos que apresentaram a menor concordância foram B e Fe ambos com 81,5% (Tabela 9). Como pode-se observar houve uma maior concordância com relação aos métodos e, isso

se deve a redução para três classes de potencial de resposta, pois com isso aumentou-se a probabilidade de diagnoses concordantes.

Tabela 9. Freqüência (%) de talhões com diagnoses concordantes do estado nutricional (EN), determinados pelos métodos DRIS e CND, em amostras de algodão coletadas na região oeste do Estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005, na subpopulação de baixa e alta produtividade.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
<i>EN</i>	84,6	92,3	90,8	93,8	84,6	92,3	81,5	76,9	90,8	90,8	81,5

5 CONCLUSÃO

Os métodos DRIS e CND apresentaram diagnósticos semelhantes, sendo sensíveis para avaliar o estado nutricional da cultura do algodoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITCHISON, J. **The statistical analysis of compositional data**. J. Royal Stat. Soc. B., 44:139-177, 1982.

ALVAREZ VENEGAS, V.H.; LEITE, R. de A. **Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.20-25, 1999.

BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M.; KILPATRICK, D.J. **The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards**. I. Model establishment. Plant and Soil, v.197, p.127-135, 1997.

BALDOCK, J.O. & SCHULTE, E.E. **Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn**. Agron. J., 88(3):448-456, 1996.

BARBOSA, D. H. S. G., VIEIRA, H. D., PARTELLI, F. L., SOUZA, R. M. **Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro**. Ciência Rural, v.36, n.6, nov-dez, 2006.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. **Princípios de diagnose foliar**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. P. 647 – 660.

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. & SANTOS, W.R. dos. **Diagnose visual e análise de plantas**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Anais dos simpósios. Piracicaba, Fundação Cargill, 1992. p.369-393.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**. South Africa: University of Natal, Pietermaritzburg. 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BEVERLY, R. B. **Modified DRIS method for simplified nutrient diagnosis of 'Valencia' oranges**. Journal of plant Nutrition, v.10, p.1401-1408, 1987.

BEVERLY, R.B. **Dris diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory**. Journal of Plant Nutrition, v.16, p.1431-1447, 1993.

BORGES, B. I.; LANA, R. M. Q.; OLIVEIRA, S. A.; MELO, B.; BORGES, E. N. **Estado nutricional de lavouras de café na região do alto Paranaíba-MG**. Biosci. J., Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 197-206, 2004.

DARA, S. T.; FIXEN, P.E. & GELDERMAN, R.H. **Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn**. Agron. J., 84:1006-1010, 1992.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. **Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization**. Agronomy Journal, v. 76, p. 466-470, 1984.

ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. **DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves.** Agron. J., Madison, v. 77, p. 506-508, 1985.

HALLMARK, W.B.; WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; MOOY, C.J.; PESEK, J. & SHAO, K.P. **Separating limiting and non-limiting nutrients.** J. Plant. Nutr., 10:1381-1390, 1987.

HARTZ, T.K.; MIYAO, E.M.; VALENCIA, J.G. **DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato.** Hortscience, Alexandria, v. 33, p. 830-832, 1998.

HIROCE, R.; FIQUEIREDO, J. O. de.; POMPEU JÚNIOR, J.; MARTINS, A. L. M. **Influência de 16 porta-enxertos na composição mineral das folhas de limoeiro 'Sciliano', Citrus limon (L.) Burn.** F. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1986. Anais. Brasília: Embrapa/CNPq, 1986. v.1. p. 161-165.

HOLLAND, D.A. **The interpretation of leaf analysis.** J. Hortic. Sci., 41:311-329, 1966.

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

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

KURIHARA, C.H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional.** 2004. 101p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LEITE, R. A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar.** Viçosa, 1992. 87p. Tese (D.S.)-Universidade Federal de Viçosa.

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, v.15, p.997-1006, 1984.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M.L. **Diagnose foliar: princípios e aplicações.** In: BULL, L.T., ROSOLEM, C.A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação.** Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 227-308.

MALAVOLTA E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional.** In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A., eds. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. p.115-230.

- MARUR, C.J.; RUANO, O. **A reference system for determination of developmental stages of upland cotton.** Rev. Ol. Fibros., Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.
- MEDEIROS, A.A., HAAG, H.P. **Nível crítico de fósforo em cultivares de algodão.** II. Escolha do órgão adequado para determinação do nível crítico. Anais da ESALQ, Piracicaba, v. 46, p. 177-200, 1989.
- MEDEIROS, J.C.; MEDEIROS JR, J.C.; PEREIRA, J.R.; CARVALHO, M.C.S.; SANTOS, J.W. **Resposta do algodoeiro a doses de fósforo no cerrado.** Embrapa Algodão: Comunicado Técnico 217. 2004.
- MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. **Principles and practices in plant analysis.** Madison: Soil Science Society of America, 1973. p. 223-248.
- PARENT, L.E.; DAFIR, M. **A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis.** Journal of the American Society for Horticultural Science, v.117, p.239-242, 1992.
- PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D. and COSTA, A. N. **Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS.** Cienc. Rural, Nov./Dec. 2005, vol.35, no.6, p.1456- 1460. ISSN 0103-8478.
- RATHFON, R.A.; BURGER, J.A. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) nutrient norms for Fraser Fir Christmas trees.** Forest Science, v.37, p.998-1010, 1991a.
- REIS JUNIOR, R. dos A.; CORRÊA, J.B.; CARVALHO, J.G. & GUIMARÃES, P.T.G. **Diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados.** R. Bras. Ci. Solo, 26(3):801-808, 2002.
- SALVO, J. G. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional de plantas cítricas afetadas pela clorose variegada dos Citrus.** ESALQ/USP, 2001. 108 p.
- SILVA, G.G.C. **Diagnose nutricional do eucalipto pelo DRIS, M-DRIS e CND.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 132p. (Tese de Mestrado)
- SILVA, G. G. C., NEVES, J. C. L., ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da universalidade das normas DRIS, M- DRIS e CND.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Sept./Oct. 2005, vol.29, no.5, p.755-761. ISSN 0100-0683.
- SILVA, G. G. C., NEVES, LIMA, J. C., ALVAREZ V., VÍCTOR, H. **Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND.** Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Sept./Oct. 2004, vol.61, no.5, p.507-515. ISSN 0103-9016.
- SILVA, M. A. C. **Métodos de avaliação do estado nutricional para o algodoeiro no centro-oeste do Brasil.** 2006. p. 87. (Tese doutorado) – Universidade Estadual Paulista.

SILVA, M. A. C. **Métodos de avaliação do estado nutricional para o algodoeiro no centro-oeste do Brasil.** 2006. p. 87. (Tese doutorado) – Universidade Estadual Paulista.

SNYDER, G.H. & KRETSCHMER Jr, A.E. **A DRIS analysis for Bahiagrass pastures.** Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc., 47:56- 59, 1988.

SOLTANPOUR, P.N.; MALAKOUTI, M.J. & RONAGHI, A. **Comparison of diagnosis and recommendation integrated system and nutrient sufficiency range of corn.** Soil Sci. Soc. Am. J., 59:133-139, 1995.

SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E. **Cerrado – Correção do solo e adubação.** EMBRAPA Informação tecnológica. v. 1. ed. 2, p. 416, 2004.

SUMNER, M. E. **Application of Beaufils' diagnostic indices to corn data published in literature irrespective of age and conditions.** Plant and Soil, v. 46, p.359-363, 1977.

SUMNER, M. E. **Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes.** Agron. J., 41:343-348, 1979.

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.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 309-314, Agosto 2003

URANO, E. O. M. **Avaliação do estado nutricional e teores ótimos de nutrientes em soja.** 2004. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados.

URANO, E. O., M. KURIHARA, C. H., MAEDA, S. VITORINO, A. C. T., GONÇALVES, M. C. e MARCHETTI, M. E. **Avaliação do estado nutricional da soja.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.9, p.1421-1428, set. 2006.

WADT, P.G.S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto.** 1996. 123p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

WALWORTH, J. L.: SUMNER, M. E. **The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS).** Advances in Soil Science, v. 6, p. 149-188, 1987.

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

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO DE FAIXAS ÓTIMAS DE NUTRIENTES NO ALGODOEIRO PELOS MÉTODOS ChM, CND E DRIS

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a determinação de faixas ótimas de nutrientes para o algodoeiro, mediante a utilização dos métodos Chance matemática (ChM), Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) e Diagnóstico da composição nutricional (CND). Foi realizado em lavouras comerciais de algodão, no ano agrícola de 2004/2005, no município de São Desidério (BA). A base de dados utilizada foi os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de algodão em caroço. Sendo, dividida em duas subpopulações considerando-se a produtividade média (4.250 kg ha^{-1}) como o limite entre a subpopulação de alta produtividade ($>4.250 \text{ kg ha}^{-1}$) e a sub-população de baixa produtividade ($<4.250 \text{ kg ha}^{-1}$). Os maiores valores de ChM para o N esteve entre a classe ($32,0$ a $39,1 \text{ g kg}^{-1}$). Esses valores concordam com os obtidos pelo método DRIS ($32,7$ a $35,4 \text{ g kg}^{-1}$) e CND ($32,8$ a $35,4 \text{ g kg}^{-1}$). Os maiores valores de ChM para a obtenção de produtividades maiores que 4.250 kg ha^{-1} para o P se manteve bem evidenciado, estando os limites das classes entre $2,7$ a $4,1 \text{ g kg}^{-1}$. Com relação ao K as classes que apresentaram os maiores valores de Chance Matemática foram $14,6$ a $21,2 \text{ g kg}^{-1}$. A utilização dos métodos DRIS, CND e ChM, em lavouras comerciais em geral, possibilitou a obtenção de uma menor amplitude da faixa ótima dos nutrientes, quando comparada com os valores obtidos por diferentes autores em diversas regiões do país.

Palavras-chave: nutrição mineral, teores ótimos de nutrientes, *Gossypium hirsutum*

DETERMINATION OF EXCELLENT BANDS OF NUTRIENTS IN THE COTTON PLANT FOR ChM, CND AND DRIS METHODS

ABSTRACT

This work had as objective the determination of excellent bands of nutrients for the cotton plant, by means of the use of Mathematical Possibility (ChM), Integrated System of Diagnose and Recommendation (DRIS) and Diagnose of the nutritional composition (CND) methods. This work was carried through in commercial farmings of cotton, in the agricultural year of 2004/2005, in the city of São Desidério (BA). The database used was the total drifts of nutrients in leaf and the productivity of cotton in crock. Being divided in two subpopulations considering the average productivity ($4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) as the limit enters the subpopulation of high productivity ($>4,250 \text{ kg ha}^{-1}$) and the subpopulation of low productivity ($<4,250 \text{ kg ha}^{-1}$). The biggest values of ChM for the N were enter the classroom (32.0 to 39.1 g kg^{-1}). These values agree to the gotten ones for method DRIS (32.7 to 35.4 g kg^{-1}) and CND ($32,8$ to 35.4 g kg^{-1}). The biggest values of ChM for the attainment of $4,250 \text{ kg ha}^{-1}$ bigger productivities that for the P if kept well evidenced, being the limits of the classrooms between 2.7 to 4.1 g kg^{-1} . With relation to the K the classroom that they had presented the biggest values of Mathematical Possibility had been 14.6 to 21.2 g kg^{-1} . The use of DRIS, CND and ChM methods, in commercial farmings, in general, made possible the attainment of a lesser amplitude of the excellent band of the nutrient, when compared with the values gotten by different authors in diverse regions of the country.

Keywords: mineral nutrition, excellent texts of nutrients, *Gossypium hirsutum*

6 INTRODUÇÃO

Os níveis críticos para os teores de nutrientes em tecidos vegetais têm sido definidos por meio de abordagem intervencionista, em que a variabilidade da produção é explicada por variações no suprimento ou na disponibilidade do nutriente em análise, sendo os demais fatores de produção, nutricionais ou não, mantidos em níveis não-limitantes (URANO, 2007).

Para que se possa obter confiabilidade nas diagnoses foliares obtidas por meio da comparação com os níveis críticos, há necessidade de que as lavouras avaliadas estejam em condições similares àquelas em que os experimentos de calibração foram realizados. No entanto, isso não está sendo constatado nas lavouras de algodão, pois a diagnose é realizada com níveis críticos desenvolvidos em regiões edafoclimáticas diferentes, tendo dessa forma uma diagnose errônea. Quanto maior a estratificação de ambientes em que os experimentos são repetidos, como textura ou fator capacidade tampão, potencial produtivo ou sistema de manejo do solo, maior será a confiabilidade em se definir os valores de referência para dada cultura.

Segundo Kurihara (2004), há carência de uma vasta rede de experimentos para a obtenção destes estudos de calibração; sendo assim, os valores de referência tornam-se válidos apenas para uma limitada amplitude de condições em que os fatores de produção foram considerados nos trabalhos de calibração.

O objetivo do método da Chance Matemática (ChM) é a determinação de faixa de valores de um dado fator, interno ou externo à planta, em que se espera obter a máxima produtividade, possibilitando a determinação de um nível crítico, nível ótimo e faixa de suficiência a partir de dados provenientes de monitoramentos nutricionais (WADT, 1996).

Em amostras de tecidos vegetais, em que as relações duais entre teores de nutrientes apresentem valores similares aos estabelecidos como normas, o índice DRIS para cada nutriente se aproxima de zero (DARA et al., 1992). Partindo desse princípio, modelos estatísticos têm sido ajustados para descrever o relacionamento entre índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e teores de nutrientes no tecido vegetal em eucalipto (WADT et al., 1998), café (REIS JÚNIOR et al., 2002), cana-de-açúcar (REIS JÚNIOR E MONNERAT, 2003), soja (KURIHARA, 2004; URANO, 2006) e algodão (SILVA, 2006) com a finalidade de aprimorar a interpretação de teores de nutrientes em tecidos vegetais.

Apesar de um valor de índice DRIS ou CND (Diagnose da Composição Nutricional) igual a zero ser considerado ótimo, todos os outros valores, sub ou supra-ótimos, erros experimentais, como os relacionados às determinações analíticas e pesagens, assim como limitações devidas ao tamanho da amostra, causam redução da confiabilidade da estimativa pontual do estado ótimo nutricional (HARTZ et al., 1998). Em razão disso, esses autores sugerem a utilização de uma faixa ótima para avaliar os índices nutricionais. Kurihara (2004) considera equilibrado o índice de um nutriente cujo valor esteja localizado no intervalo de $2/3$ desvios-padrão em relação ao índice DRIS ou CND igual a zero, obtido a partir da subpopulação de alta produtividade.

Este trabalho teve como objetivo a determinação de faixas ótimas de nutrientes para o algodoeiro, pelos métodos DRIS, CND e ChM.

7 REVISÃO DE LITERATURA

7.1 Aspectos gerais

Medeiros e Haag (1989) estabeleceram que o órgão do algodoeiro que melhor representa seu estado nutricional e que seria adequada para a avaliação é a amostragem do limbo, do pecíolo ou da folha completa (limbo + pecíolo), desde que fosse coletada a quinta folha da haste principal, a partir do ápice, conforme indicação de Hiroce et al. (1976), durante todo o período reprodutivo, compreendido desde o aparecimento do primeiro botão floral até o aparecimento de frutos maduros, popularmente conhecidos como “maçãs”.

Segundo Sousa e Lobato (2004), nem sempre é possível encontrar estreitas correlações entre as concentrações dos nutrientes no solo com aquelas encontradas nas folhas. Por um lado, na análise de solo são empregadas soluções extratoras (ácidos diluídos, sais, água quente, resina) cujas condições não refletem aquelas observadas em condições de campo. Por outro lado, na análise do material vegetal, são quantificados os teores totais dos nutrientes, absorvidos pelas plantas, os quais dependem de vários fatores, tais como: teor no solo, umidade do solo, acidez do solo, desenvolvimento do sistema radicular, antagonismo e sinergismo entre os nutrientes, variedade cultivada, condições climáticas, tipo de fertilizante empregado, atividade microbiana, mineralização da matéria orgânica, tratos culturais, incidência de doenças e pragas.

Tanto a análise de solo quanto a foliar devem ser consideradas como complementos para que se possa implantar um programa de adubação, onde as informações das mesmas podem ser valiosas para que se possam corrigir problemas de nutrição nas culturas.

A interpretação dos resultados obtidos nas análises foliares é realizada comumente por meio do método nível crítico, em que os nutrientes são comparados, individualmente, sem levar em consideração as relações e interações entre eles. A fim de contornar essa limitação, Beaufils (1973) criou o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) o qual propicia melhor interpretação dos resultados. Atualmente no Brasil, os trabalhos sobre essa metodologia são escassos, apesar do crescente interesse pelo assunto (SOUSA E LOBATO, 2004).

7.2 Chance matemática (ChM)

Ultimamente, têm surgido alternativas aos experimentos de calibração para a adequação dos valores de níveis críticos, aproveitando-se de banco de dados provenientes de amostragens realizadas em talhões de fazendas, onde são avaliados, entre outras variáveis, os teores de nutrientes nas folhas e a produtividade da cultura, em grãos, fibras ou massa seca da parte aérea (KURIHARA, 2004). Utilizando esse banco de dados é possível a aplicação de métodos de diagnose do estado nutricional, onde se relaciona um potencial produtivo a uma condição de equilíbrio nutricional, gerando dessa forma valores de referência.

O sistema Faixa de Suficiência é baseado na correlação entre a concentração de nutrientes e a produção. Se o solo está deficiente em algum nutriente, esta deficiência será encontrada, também, nas diferentes partes da planta, sendo comumente utilizada a folha recém-madura para a avaliação. Quando a deficiência é severa, os sintomas começam a aparecer e a produção diminui. Se este nutriente é suprido de maneira adequada, a produção tende a ser otimizada. Por outro lado, quando há excesso de um nutriente, a planta pode absorver em quantidade acima da necessária, o que é denominado consumo de luxo, podendo, inclusive, causar diminuição da produção quando esta quantidade é muito elevada. Para que a quantidade de nutriente seja adequada utiliza-se como valores de referência a concentração de nutriente entre 95 e 100% da máxima produção alcançada pela cultura.

Como uma alternativa para obter a faixa de suficiência com dados oriundos de áreas comerciais, Wadt et al. (1996) propuseram o método da Chance Matemática. Este método baseia-se na probabilidade de uma classe nutricional (uma faixa fixa de um determinado nutriente na folha) conter áreas com altas produtividades (SILVA, 2006).

O método da Chance Matemática consiste na classificação dos teores foliares de um dado nutriente em ordem crescente e no relacionamento destes com a produtividade obtida nos respectivos talhões onde as amostragens foram realizadas. Por meio de um conjunto de procedimentos de cálculos, estima-se a faixa de teor do nutriente em que se espera maior probabilidade de resposta em produtividade. Este método não evita todas as limitações decorrentes de um método de diagnose univariado. Contudo, permite a determinação de faixas de suficiência (correspondente às classes de teores com maior chance matemática) e níveis ótimos (mediana da faixa ótima) sem a necessidade de se desenvolver uma rede de experimentos de adubação. E, dependendo

da quantidade de informações disponíveis no banco de dados, podem-se estabelecer valores padrão específicos para potenciais de produtividade e faixas de fator capacidade tampão do solo (KURIHARA, 2004).

7.3 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS, preconizado por Beaufils (1973), incorpora o conceito de balanço nutricional ou de equilíbrio entre os nutrientes nos tecidos das plantas (BALDOCK E SCHULTE, 1996). Esta técnica se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois, com outras relações consideradas padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas.

O diagnóstico do estado nutricional por meio dos índices DRIS fornece também o Índice de Balanço Nutricional - IBN (Wadt et al., 1998), que possibilita verificar o equilíbrio nutricional das plantas, indicando, que quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada (LEITE, 1993). O diagnóstico utilizando o DRIS permite verificar limitações de ordem não nutricional, ou seja, lavouras que apresentam baixo IBN e baixa produtividade (LEITE, 1993; WADT et al., 1998).

O DRIS apresenta como vantagens a possibilidade de identificação dos casos em que os desequilíbrios nutricionais limitam a produtividade, mesmo quando nenhum nutriente está abaixo de seu nível crítico; hierarquização dos nutrientes quanto à ordem de limitação; obtenção de um índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) que permite discriminar nutrientes limitantes (por falta ou excesso) e não limitantes e minimização dos efeitos de diluição ou concentração de nutrientes nas amostras, resultantes do maior ou menor acúmulo de matéria seca (WADT, 1996 E KURIHARA, 2004).

Relacionando os teores foliares com os índices DRIS ou CND é possível obter a estimativa dos valores de referência através de ajuste de equações de regressão, tomando-se como base o fato de que o teor ótimo corresponde ao valor do índice DRIS que representa o equilíbrio nutricional, ou seja, zero. A faixa ótima é obtida pela

definição de uma amplitude de desvios padrão em torno deste valor ideal, sendo este desvio de $\pm 2/3$, conforme Kurihara (2004).

A simples relação de equilíbrio entre nutrientes pode não ter uma relação direta com a produtividade das culturas, tendo em vista que outros fatores limitantes de natureza não nutricional podem estar afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Assim, tem-se que uma lavoura de alta produtividade necessariamente apresenta uma nutrição equilibrada; o inverso, porém, pode não ocorrer. O mérito do DRIS é justamente permitir a discriminação dos casos em que apenas os fatores nutricionais estão influenciando o desenvolvimento das plantas, uma vez que as normas são calculadas a partir de uma subpopulação de referência, em geral de alta produtividade que representa as condições adequadas ou desejáveis da cultura (KURIHARA, 2004).

7.4 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

O método CND foi desenvolvido por Parent e Dafir (1992), de acordo com os estudos desenvolvidos em Aitchison (1982), concernentes à análise estatística de dados de composição, com base na obtenção de variáveis multinutrientes (Z_i), cada uma delas ponderada pela média geométrica da composição nutricional.

A consistência da interpretação das análises de tecido aumenta à medida que o enfoque univariado (o do nível crítico) é ampliado, de modo a considerar as relações entre nutrientes, dois a dois, ou seja, relações duais (enfoque bivariado) e, assim, progressivamente, as relações ternárias até idealmente abranger, mediante enfoque multivariado, toda a estrutura de variação da composição nutricional (HOLLAND, 1966). Portanto, a comparação de métodos de diagnose nutricional, com diferentes procedimentos para o cálculo e interpretação de seus índices, permite avaliar a influência de cada método quanto ao aspecto de universalidade das respectivas normas.

O método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) também tem sido utilizado para a definição de valores de referência (Khiari et al., 2001) e difere do DRIS pelo fato de o teor de cada nutriente na amostra (x_i) ser corrigido em função da média geométrica da composição nutricional (G), resultando na variável multinutriente (V_i),

conforme Parent e Dafir (1992) e Parent et al. (1993). Em seguida, ela é estudentizada, ou seja, calcula-se o índice da variável multinutriente (I_{vi}), a partir da diferença entre o valor de V_i da amostra e a respectiva média para a população de referência (v_i), dividida pelo desvio padrão desta variável [$I_{vi} = (V_i - v_i)/s_{vi}$]. Em suma, além da diferença no enfoque no equilíbrio nutricional, bivariado e multivariado, para o DRIS e o CND, respectivamente, estes métodos distinguem-se pelo fato de que, no primeiro, é calculada a média aritmética das relações duais transformadas em variáveis normais reduzidas. No CND, calcula-se a média geométrica do produto dos teores de nutrientes e de um valor de complemento (denominado $R=1 \times 10^6 - (A+B+\dots+C)$), para depois se proceder à transformação em variável normal reduzida. Contudo, apesar do método CND basear-se nas interações múltiplas que ocorrem entre todos os nutrientes sob diagnose, também se considera que o nutriente está em equilíbrio nutricional quando o índice da variável multinutriente (I_{vi}) é igual a zero (KURIHARA, 2004).

A base de dados que é utilizada para a realização dos cálculos precisa ser dividida em uma população de alta e baixa produtividade. Reis Junior et al. (2002) adotaram como grupo de referência aquele de média produtividade, conforme sugestão de Beaufils (1973) de que no grupo de média produtividade há melhor representatividade da variabilidade das relações entre nutrientes. Malavolta et al. (1997) recomenda que a obtenção da população de referência seja no máximo 80% das observações. Outros autores salientam que a população de referência deva ser no mínimo 10% da população base (LETZSCH E SUMNER, 1984).

8 MATERIAL E MÉTODOS

8.1 Coleta e preparo das amostras foliares

Este trabalho foi realizado em lavouras comerciais de algodão, no ano agrícola de 2004/2005, no município de São Desidério (BA), em torno das coordenadas geográficas 12^o41'S e 45^o40'W, com uma altitude média de 497 m. O solo da região de estudo foi um LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, franco-argilo-arenoso. A precipitação média anual se encontra em torno de 1.700 mm. A cultura foi conduzida em um sistema de plantio convencional em sucessão com a cultura da soja, as variedades que compuseram a bases de dados foram: Delta Opal, Delta Penta e Acala 90.

Foram avaliadas 65 amostras compostas, de folhas de algodoeiro, sendo que cada uma dessas amostras foram formadas por 50 amostras simples coletadas em cada talhão comercial, uma folha por planta, tendo uma área média de 120 ha, cada talhão. As amostras foliares foram coletadas no estágio F1 a F4 (MARUR E RUANO, 2001), início do florescimento, com o surgimento da primeira flor, no primeiro ramo reprodutivo, sendo coletada a quinta folha (limbo + peciolo) formada a partir do ápice da haste principal (SOUSA E LOBATO, 2004). As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65^oC, até peso constante e moídas em moinho de aço inoxidável, peneiradas em peneira de 20 mesh e pesadas.

Nas amostras de folhas foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). A determinação de nitrogênio (N) foi efetuada nos extratos de mineralização sulfúrica pelo método semi-micro-Kjeldahl. A determinação de boro (B) foi efetuada nos extratos de mineralização por via seca, por colorimetria de azometina-H. Para a determinação de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn), os extratos foram obtidos por digestão nítrico-perclórica. O P foi determinado pelo método do metavanato usando espectrofotômetro (UV-visível); para o K, utilizou-se fotometria de chama de emissão; para o S utilizou-se turbidimetria do sulfato de bário (colorímetro); e para Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, utilizou-se espectrofotometria de absorção atômica.

8.2 Formação da base de dados

As informações utilizadas para a formação da base de dados foram os teores totais de nutrientes nas folhas e a produtividade de algodão em caroço. A base de dados, foi dividida em duas subpopulações considerando-se a produtividade média (4.250 kg ha⁻¹) como o limite entre a subpopulação de alta produtividade (>4.250 kg ha⁻¹) e a subpopulação de baixa produtividade (<4.250 kg ha⁻¹) (TERRA, 2003).

8.3 Chance Matemática (ChM)

Neste método, os teores foliares de cada nutriente foram classificados em ordem crescente e relacionados à produtividade obtida nos respectivos talhões. Em seguida, para cada nutriente, foi determinada a amplitude (A) do teor e calculado o número de classes possíveis (I) com base no tamanho da amostra (n), em que $I=n^{0.5}$. O quociente entre amplitude e número de classes resultou no comprimento de cada intervalo de classe (IC = A/I) (WADT, 1996).

Os valores de produtividade foram divididos em dois subgrupos, de baixa e de alta produtividade (> 4.250 kg ha⁻¹). Após, calculou-se a chance matemática para cada classe de teor do nutriente em estudo, conforme Wadt (1996):

$$\text{ChMi} = \{ [P(\text{Ai}/A) \cdot \text{PRODi}] \cdot [P(\text{Ai}/\text{Ni}) \cdot \text{PRODi}] \}^{0.5} \text{ onde,}$$

ChMi = chance matemática (kg ha⁻¹) na classe “i”;

$P(\text{Ai}/A)$ = freqüência de talhões de alta produtividade na classe “i”, em relação ao total geral de talhões de alta produtividade ($A = \sum \text{Ai}$);

$P(\text{Ai}/\text{Ni})$ = freqüência de talhões de alta produtividade na classe “i”, em relação ao total de talhões da classe “i”;

PRODi = produtividade média dos talhões de alta produtividade, na classe “i” (kg ha⁻¹).

Os limites inferior e superior das classes de teor de nutriente que apresentaram as maiores chances matemáticas foram considerados a faixa ótima, e o

valor da sua mediana foi definido como o nível ótimo, o limite inferior da faixa foi considerado como seu valor crítico.

Para cada nutriente em estudo, os teores foliares foram classificados em ordem crescente e distribuídos em um número de classes definido como sendo a raiz quadrada do número de observações. Dessa forma, quanto maior for o número de observações, maior será o número de classes, aumentando a sensibilidade do método para identificar diferenças de produtividade considerando os teores de nutrientes no tecido foliar (URANO, 2007)

8.4 Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)

Para a escolha dos quocientes foi realizado teste de normalidade, sendo usado o teste de Lilliefors, a 5% de probabilidade.

Após a transformação, por função logarítmica neperiana, dos quocientes entre teores de nutrientes em uma amostra avaliada (A/B, A/C, A/N, ..., B/A, C/A, N/A), os desvios destes $[Z(A/B), Z(A/C), Z(A/N), \dots, Z(B/A), Z(C/A), Z(N/A)]$, em relação aos valores médios dos mesmos quocientes, na população de alta produtividade (a/b, a/c, a/n, ..., b/a, c/a, n/a), foram então determinados de acordo com Jones (1981), em unidades de desvio-padrão (s), utilizando-se um fator de ajuste (c) = 1, conforme sugerido por Wadt et al. (1998): $Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] (c/s)$.

Os índices DRIS para cada nutriente consistiram da média aritmética das relações diretas (A/B) e inversas (B/A), transformadas em variáveis normais reduzidas, de acordo com Alvarez V. e Leite (1999), em que n é o número de nutrientes envolvidos na análise: $IA = [Z(A/B) + Z(A/C) + Z(A/N) + \dots - Z(B/A) - Z(C/A) - Z(N/A)]/2(n - 1)$.

A média aritmética e o desvio-padrão de todos os quocientes entre as concentrações de nutrientes (A/B, A/C, A/N, ..., B/A, C/A, N/A), transformadas por função logarítmica neperiana, na população de alta produtividade, constituíram as normas ou valores padrão.

Em função destas, calcularam-se as variáveis normais reduzidas dos logaritmos neperianos dos quocientes na subpopulação de alta produtividade. O desvio do logaritmo neperiano de um quociente em uma amostra (A/B), em relação ao valor médio do logaritmo neperiano do mesmo quociente na população de alta produtividade

(a/b), foi determinado em unidades de desvio-padrão (s), utilizando-se um fator de ajuste $c = 1$, conforme sugerido por Wadt et al. (1998):

$$Z(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s$$

Os índices DRIS (JONES, 1981), para cada nutriente consistiram da média aritmética dos quocientes transformados em variáveis normais reduzidas, de acordo com Alvarez V. e Leite (1999):

$$IA = [Z(A/B) + Z(A/C) + Z(A/N) + \dots - Z(B/A) - Z(C/A) - Z(N/A)] / 2(n - 1)$$

Como valores nulos dos índices DRIS caracterizam uma condição de equilíbrio nutricional, uma vez que os valores dos índices refletem os desvios padronizados em relação aos valores de referência, estimaram-se os teores ótimos de nutrientes por meio do ajuste de modelos estatísticos ao relacionamento entre índices DRIS e teores foliares de nutrientes, na subpopulação de alta produtividade. Dessa forma, os teores de nutrientes associados a valores de índices DRIS nulos corresponderam aos teores ótimos estimados em estudos de Wadt et al. (1998), Reis Júnior et al. (2002), Reis Júnior e Monnerat (2003), Kurihara (2004) e Urano (2007). Os limites inferior e superior da faixa ótima foram considerados como as concentrações dos nutrientes estimadas quando os índices DRIS corresponderam ao seu valor nulo $\pm 2/3$ desvio-padrão.

8.5 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

Os dados de produtividade foram divididos em duas subpopulações, sendo utilizada a subpopulação de alta produtividade ($>4.250 \text{ kg ha}^{-1}$), para os cálculos dos teores ótimos dos nutrientes no algodoeiro. As normas CND foram constituídas da média aritmética e do desvio-padrão das variáveis multinutrientes na população de alta produtividade, de acordo com Khiari et al. (2001). As variáveis multinutrientes (VA) consistiram dos valores logaritmizados dos quocientes entre a concentração de cada nutriente (A) e a média geométrica dos teores dos constituintes da massa seca (G):

$$VA = \ln (A / G).$$

Os índices CND foram calculados pela diferença entre as variáveis multinutrientes no talhão avaliado (VA) e na média da população de referência (VA*), dividido pelo desvio-padrão desta variável na população de referência (SA*):

$$IA = (VA - VA*) / SA^*$$

Os valores dos teores ótimos, limite inferior e superior da faixa ótima de concentração de nutrientes pelo método CND, foram determinados de modo análogo ao utilizado pelo método DRIS (KURIHARA, 2004).

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1 Chance matemática (ChM)

A determinação das classes se deu pela raiz do somatório das amostras nas subpopulações de alta e baixa produtividade ($I=65^{0,5}$), dessa forma o número de classes foi oito, para todos os nutrientes em estudo, aonde se fez a distribuição das amostras conforme a classe de concentração dos nutrientes no tecido foliar. No entanto, para o cálculo das ChM foram consideradas as frequências dos talhões de alta produtividade, sendo, dessa forma, selecionadas as classes que obtiveram maiores valores de ChM para englobar os limites das faixas ótimas.

Os maiores valores de ChM para o N estiveram entre na classe (32,0 a 39,1 g kg⁻¹) (Tabela 1). Esses valores concordam com os obtidos pelo método DRIS (32,7 a 35,4g kg⁻¹) e CND (32,8 a 35,4 g kg⁻¹), estando esses maiores valores de ChM próximos aos encontrados por Sousa e Lobato (2004), pela utilização do nível crítico que foram de 35-40 g kg⁻¹.

Essa menor amplitude entre as faixas de teores nos métodos DRIS e CND pode ser vista como um fator positivo, pois, dessa forma os resultados da diagnose foliar podem ser constatado de forma mais pontual, com menor dispersão dentro de um intervalo maior, como comumente podemos observar na literatura, sendo então essa a grande importância em se desenvolver experimentos regionalizados para que essas discrepâncias de valores não sejam multiplicadas.

Silva (2006) encontrou que, as faixas adequadas para o teor de N, obtidas por meio dos valores da Chance Matemática, foram muito semelhantes às recomendações oficiais existentes. O método da Chance Matemática teve como resultado a faixa de 33 a 43 (para 4.000 kg ha⁻¹) e 33 a 45 g kg⁻¹ (para 4.500 kg ha⁻¹), sendo muito próximas das recomendadas, pois o nível crítico apresentado por Trani et al. (1983) e Martinez et al. (1999) é de 32 g kg⁻¹ e o teor mais elevado é o apresentado pela FUNDAÇÃO MT (2001), que é de 45 g kg⁻¹.

Os maiores valores de ChM para a obtenção de produtividades maiores que 4.250 kg ha⁻¹ para o P se manteve bem evidenciado, estando os limites das classes entre 2,7 a 4,1 g kg⁻¹ (Tabela 1). Os valores encontrados foram bastante superiores aos

indicados por Rosolem et al. (2000), que obtiveram concentrações foliares de P entre 2,3 e 2,6 g kg⁻¹. No entanto, a faixa ótima determinada pelo método da ChM está mais próxima com os resultados obtido por Silva (2006), que obteve valores altos para o P (2,6 a 5,0 g kg⁻¹) para ChM 4.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço.

Com relação ao K as classe que apresentaram os maiores valores de Chance Matemática foram 14,6 a 21,2 g kg⁻¹ (Tabela 1), sendo agrupados esses valores a ChM > 1.930 kg.ha⁻¹. A faixa ótima obtida está em concordância com Silva (2006), que teve como resultado uma faixa ótima de 15 a 21 g kg⁻¹, quando se trabalhou com a ChM 4.500 kg ha⁻¹ de algodão em caroço.

Tabela 1. Valores de Chance Matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão, coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005

Classe (i)	Lli ²	LSi ³	(PRODi) ⁴	P(Ai/A) ⁵	P(Ai/Ci) ⁶	ChMi ⁷
Nitrogênio						
	g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹
1	29,5	30,7	4387	0,075	0,750	1040
2	30,8	31,9	4387	0,125	0,556	1156
3	32,0	33,1	4567	0,200	0,800	1827
4	33,2	34,3	4500	0,150	0,545	1287
5	34,4	35,5	4535	0,175	0,583	1449
6	35,6	36,7	4477	0,150	0,500	1226
7	36,8	37,9	4653	0,025	0,333	425
8	38,0	39,1	4562	0,100	1,000	1443
Fósforo						
	g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹
1	1,8	2,6	4513	0,850	0,694	3466
2	2,7	3,3	4486	0,125	0,556	1182
3	3,4	4,1	4317	0,025	1,000	6830
4	4,2	4,9	-----	-----	-----	-----
5	5,0	5,6	-----	-----	-----	-----
6	5,7	6,4	-----	-----	-----	-----
7	6,5	7,1	-----	-----	-----	-----
8	7,2	7,9	-----	-----	-----	-----

...continua...

Tabela 1, Cont.

Classe (i)	Li ²	LSi ³	(PRODi) ⁴	P(Ai/A) ⁵	P(Ai/Ci) ⁶	ChMi ⁷
Potássio						
	g kg ⁻¹		Kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹
1	10,0	12,3	4442	0,150	0,500	1217
2	12,4	14,5	4580	0,150	0,429	1161
3	14,6	16,8	4498	0,225	0,818	1930
4	16,9	19,0	4351	0,125	0,556	1147
5	19,1	21,2	4541	0,225	0,818	1948
6	21,3	23,5	4566	0,050	0,500	722
7	23,6	25,8	4630	0,025	0,500	518
8	25,9	28,0	4577	0,050	1,000	1023

⁽¹⁾ Wadt (1996). ⁽²⁾ Limite inferior da classe “i”. ⁽³⁾ Limite superior da classe “i”. ⁽⁴⁾ Produtividade média dos talhões de alta produtividade na classe “i”. ⁽⁵⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões de alta produtividade. ⁽⁶⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões na classe “i”. ⁽⁷⁾ Chance matemática na classe “i”.

Os maiores valores de Chance Matemática ocorreram nas classes com maior proporção de talhões de alta produtividade, em relação ao número total de talhões de alta produtividade (P(Ai/A)) e, em menor extensão, à maior proporção de talhões de alta produtividade em relação ao número total de talhões em cada classe (P(Ai/Ci), concordantes com os obtidos por Urano et al. (2007).

Tabela 2. Valores de referência para macronutrientes na cultura do algodão (Silva, 2006)

	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.kg ⁻¹					
Silva (2006) ¹ CHM4000	33-43	2,6-5,0	11-25	16-36	3,0-7,2	2,8-8,0
Silva (2006) ¹ CHM4500	33-45	3,8-5,3	15-21	20-36	4,0-7,2	2,8-8,6
Silva (1995) ¹	35	2,5	15	20	3	4
Martinez et al. (1999) ¹	32	1,7	15	20	5	4
Silva e Rajj (1996) ²	35-43	2,5-4,0	15-25	20-35	3-8	4-8
FUNDAÇÃO MT (2001) ²	40-45	3,2	20	-	-	-
Oliveira (2004) ²	35-40	2-4	15-25	20-35	3-8	4-8
Malavolta et al. (1997) ³	35-40	2-2,5	14-16	30-40	4-5	2-3
Yamada & Lopes (1998) ³	-----	-----	-----	25-35	4-8	4-6

¹Folha completa (limbo+pecíolo); ²Limbo foliar; ³Não identificado.

A faixa ótima para o Ca foi obtida com valores de ChM > 1.380 kg ha⁻¹, tendo dessa forma a faixa de 19,6 a 27,0 g kg⁻¹ (Tabela 3), essa amplitude foi menor que as encontradas por Silva (2006), Oliveira (2004), Silva e Rajj (1996) e Malavolta et al.

(1997). No entanto, essa menor amplitude pode ser vista como um ponto positivo pelo maior rigor na interpretação dos resultados dos teores foliares, devido a menor faixa para a interpretação.

Assim como os demais nutrientes, para o Mg também foram selecionadas as ChM com os maiores valores, sendo agrupadas as que tiveram valores maiores que 1.438 kg ha^{-1} , obtendo-se dessa forma valores da faixa ótima entre 4,9 a $7,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 3), valores esses concordantes com Silva (2006).

A cultura do algodoeiro é bastante responsiva ao S e os teores encontrados na literatura tidos como adequados para a cultura pode ser observados na (Tabela 2). Dentre esses valores o obtido por Silva (2006), foram os que mais se aproximaram dos determinados nesse trabalho, que foram de 2,7 a $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 3), comparado com os de Silva (2006), para ChM 4.000 e 4.500 kg ha^{-1} que foram de 2,8 a 8,0 e 2,8 a $8,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. No entanto, deve-se considerar que os trabalhos foram conduzidos em condições edafoclimáticas e manejo da cultura, diferentes entre os mesmos, contudo pode-se observar que o método da ChM é capaz de obter resultados semelhantes, mesmo em regiões diferentes.

Tabela 3. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão, coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005

Classe (i)	L _{Li}	L _{Si}	(PRODi)	P(Ai/A)	P(Ai/Ci)	ChMi
Cálcio						
	g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹
1	12,0	14,5	4400	0,050	0,400	622
2	14,6	17,0	4376	0,125	0,417	999
3	17,1	19,5	4710	0,100	0,571	1126
4	19,6	22,0	4480	0,400	0,667	2313
5	22,1	24,5	4580	0,200	0,727	1747
6	24,6	27,0	4365	0,100	1,000	1380
7	27,1	29,5	-----	-----	-----	-----
8	29,6	32,0	4797	0,025	1,000	759
Magnésio						
1	3,6	4,2	4317	0,025	1,000	683
2	4,3	4,8	4505	0,025	1,000	712
3	4,9	5,4	4549	0,100	1,000	1438
4	5,5	6,0	4592	0,225	0,818	1970

...continua...

Tabela 3, Cont.

Classe (i)	L _{Li}	L _{Si}	(PRODi)	P(Ai/A)	P(Ai/Ci)	ChMi
Magnésio						
5	6,1	6,6	4545	0,200	0,800	1818
6	6,7	7,2	4526	0,175	0,583	1446
7	7,3	7,8	4422	0,075	0,375	742
8	7,9	8,4	4357	0,175	0,389	1137
Enxofre						
1	1,9	2,6	4260	0,025	1,000	674
2	2,7	3,2	4467	0,400	1,000	2825
3	3,3	3,9	4544	0,225	0,450	1446
4	4,0	4,6	4615	0,125	0,500	1154
5	4,7	5,2	4615	0,125	0,455	1100
6	5,3	5,9	4398	0,050	0,667	803
7	6,0	6,5	4287	0,050	0,667	783
8	6,6	7,2	-----	-----	-----	-----

⁽¹⁾ Wadt (1996). ⁽²⁾ Limite inferior da classe “i”. ⁽³⁾ Limite superior da classe “i”. ⁽⁴⁾ Produtividade média dos talhões de alta produtividade na classe “i”. ⁽⁵⁾ Freqüência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões de alta produtividade. ⁽⁶⁾ Freqüência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões na classe “i”. ⁽⁷⁾ Chance matemática na classe “i”.

Para a escolha das faixas ótimas para o Fe foram utilizadas as classes que apresentaram valores de ChM superiores a 1.588 kg ha⁻¹, e verificou-se que a amplitude da classe foi pequena, devido a uma pequena variação dos teores foliares nas amostras

da população de referência. Com isso a faixa ótima esteve entre 180,2 a 183,8 g kg⁻¹ (Tabela 4), estando abaixo das recomendações com amplitude inferior as encontradas na literatura (Tabela 5).

Os valores encontrados para a faixa ótima do Zn foi definido como os que obtiveram uma ChM >1.825 kg ha⁻¹, sendo o intervalo de 79,7 a 84,1 g kg⁻¹ tido como ótimos. Esse intervalo foi bem reduzido se comparado como os valores obtido por Silva (2006), Silva e Raij (1996), Oliveira (2004) e Yamada e Lopes (1998) (Tabela 5). Nas diferentes regiões a absorção e teores de nutriente no solo são bastante variadas, com isso infere-se que essa menor amplitude obtida para o Zn na região oeste do estado da Bahia em lavouras com produtividade maiores que 4.250 kg ha⁻¹, se deve a menor variabilidade na absorção e nos teores foliares do Zn, nas amostras.

A faixa ótima para o Cu esteve entre 8,8 a 10,5 g.kg⁻¹ (Tabela 4), estando esses valores dentro da faixa de 4 a 14 e 4 a 12, com ChM4.000 e ChM4.500, respectivamente, sendo esses valores obtidos por Silva (2006). Como para os demais nutrientes avaliados com exceção para o N, a comparação com as faixas ótimas encontradas na literatura, obteve uma amplitude inferior (Tabela 5).

Tabela 4. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão, coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005

Classe (i)	L _I	L _S	(PROD _i)	P(A _i /A)	P(A _i /C _i)	ChM _i
Ferro						
1	179,4	180,1	4425	0,025	0,500	495
2	180,2	180,9	4416	0,175	0,636	1474
3	181,0	181,6	4526	0,200	0,615	1588
4	181,7	182,3	4457	0,175	0,778	1644
5	182,4	183,0	4643	0,100	0,400	929
6	183,1	183,8	4493	0,250	0,714	1899
7	183,9	184,5	4696	0,050	0,400	664
8	184,6	185,2	4505	0,025	1,000	712
Zinco						
1	76,5	78,0	4387	0,075	0,750	1040
2	78,1	79,6	-----	-----	-----	-----
3	79,7	81,1	4471	0,250	0,667	1825
4	81,2	82,6	4547	0,450	0,720	2588
5	82,7	84,1	4561	0,175	0,778	1683
6	84,2	85,7	4256	0,050	0,250	476
7	85,8	87,2	-----	-----	-----	-----
8	87,3	88,7	-----	-----	-----	-----
Cobre						
1	7,4	8,0	4505	0,025	1,000	712
2	8,1	8,7	4451	0,150	0,462	1171
3	8,8	9,3	4462	0,225	0,563	1587
4	9,4	9,9	4598	0,200	0,667	1679
5	10,0	10,5	4544	0,225	0,643	1728
6	10,6	11,2	4588	0,075	0,600	973
7	11,3	11,8	4340	0,075	1,000	1189
8	11,9	12,4	4317	0,025	1,000	683

⁽¹⁾ Wadt (1996). ⁽²⁾ Limite inferior da classe "i". ⁽³⁾ Limite superior da classe "i". ⁽⁴⁾ Produtividade média dos talhões de alta produtividade na classe "i". ⁽⁵⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe "i" em relação ao total de talhões de alta produtividade. ⁽⁶⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe "i" em relação ao total de talhões na classe "i". ⁽⁷⁾ Chance matemática na classe "i".

Tabela 5. Valores de referência para micronutrientes na cultura do algodão (Silva, 2006)

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
Silva (2006) ¹ CHM4000	41-89	4-14	90-230	23-100	25-50
Silva (2006) ¹ CHM4500	53-83	4-12	110-440	40-60	25-50
Martinez et al. (1999) ¹	50	8	70	200	30
Silva e Rajj (1996) ²	30-50	5-25	40-250	25-300	25-200
Silva (1995) ¹	30	15	70	70	50
Malavolta et al. (1997) ³	20-30	30-40	60-80	20-40	10-15
Oliveira (2004) ²	30-50	5-25	40-250	25-300	25-200
Yamada & Lopes (1998) ³	40-80	10-15	80-250	25-300	30-40
Trani et al. (1983) ³	52	8	-----	-----	30

¹Folha completa (limbo+pecíolo); ²Limbo foliar; ³Não identificado.

Os maiores valores de ChM para o Mn esteve acima de 1.301 kg ha⁻¹, com isso pode-se adequar os valores da faixa ótima de 31,8 a 51,2 mg kg⁻¹, sendo estes valores englobados da classe 2 a 7, com Chances Matemáticas bem distribuídas entre as mesmas.

O B é considerado o micronutriente de maior importância para a cultura do algodoeiro, sendo ao mesmo dado a maior ênfase. A faixa ótima dos teores foliares obtidos pelo método da Chance Matemática para uma produtividade >4.250 kg ha⁻¹, ficou em torno de 29,4 a 34,4 mg kg⁻¹.

Tabela 6. Valores de chance matemática (ChM)⁽¹⁾ estabelecidos para diferentes classes de distribuição de teores de nutrientes em amostras de folhas de algodão, coletadas na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/2005

Classe (i)	Lli	LSi	(PRODi)	P(Ai/A)	P(Ai/Ci)	ChMi
Manganês						
1	28,4	31,7	4403	0,150	0,400	1079
2	31,8	34,9	4336	0,150	0,600	1301
3	35,0	38,2	-----	-----	-----	-----
4	38,3	41,4	4594	0,325	0,867	2438
5	41,5	44,7	4520	0,150	0,600	1356
6	44,8	47,9	4646	0,075	1,000	1272
7	48,0	51,2	4504	0,100	0,800	1274
8	51,3	54,4	4463	0,050	0,667	815

...continua...

Tabela 6, Cont.

Classe (i)	L _{Li}	L _{Si}	(PRODi)	P(Ai/A)	P(Ai/Ci)	ChMi
Boro						
1	29,4	30,1	4554	0,100	0,800	1288
2	30,2	30,8	4332	0,125	0,417	989
3	30,9	31,5	4616	0,100	0,571	1103
4	31,6	32,3	4594	0,125	0,714	1373
5	32,4	33,0	4468	0,175	0,583	1428
6	33,1	33,7	4462	0,200	0,727	1702
7	33,8	34,4	4521	0,150	0,667	1430
8	34,5	35,1	4734	0,025	0,500	529

⁽¹⁾ Wadt (1996). ⁽²⁾ Limite inferior da classe “i”. ⁽³⁾ Limite superior da classe “i”. ⁽⁴⁾ Produtividade média dos talhões de alta produtividade na classe “i”. ⁽⁵⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões de alta produtividade. ⁽⁶⁾ Frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” em relação ao total de talhões na classe “i”. ⁽⁷⁾ Chance matemática na classe “i”.

9.2 Sistemas Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)

Foram ajustadas equações de regressão para os relacionamentos entre teores de nutriente em folhas de algodão e índices DRIS, utilizando o aplicativo SAEG (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Não foram possíveis ajustes para todos os modelos estatísticos; para o Fe e o Zn, não houve modelo que fosse significativo ($p > 0,05$), no entanto, para os demais nutrientes foi possível o ajuste no modelo linear ($p < 0,01$), sendo este o que melhor se adequou, com coeficiente de determinação em torno de 0,44 a 0,95, para o relacionamento entre teores foliares de B e Ca, respectivamente (Tabela 7).

Em trabalho realizado por Urano et al (2007), foi constatado que todos os modelos estatísticos lineares ajustados ao relacionamento entre os índices DRIS e teores de nutrientes em trifólios de soja apresentaram significância estatística ($p < 0,001$), com coeficientes de determinação variando de 0,53 para o relacionamento entre índices DRIS e teores de P e 0,86 para os relacionamentos entre índices DRIS e teores de Zn em folhas de soja.

Tabela 7. Modelos estatísticos dos relacionamentos entre índices DRIS, CND e teores de nutrientes em amostras de algodão coletadas na região oeste do estado da Bahia

Nutriente	Método	Modelo estatístico	R ²
N	DRIS	$N=34,077 + 6,950I_N$	0,70**
	CND	$N=34,077 + 1,928I_N$	0,63**
P	DRIS	$P=2,350+0,841I_P$	0,90**
	CND	$P=2,350+0,362I_P$	0,89**
K	DRIS	$K=17,200+8,184I_K$	0,92**
	CND	$K=17,200+3,902I_K$	0,93**
Ca	DRIS	$Ca=21,023+8,474I_{Ca}$	0,95**
	CND	$Ca=21,023+3,608I_{Ca}$	0,94**
Mg	DRIS	$Mg=6,529+2,339I_{Mg}$	0,91**
	CND	$Mg=6,529+1,059I_{Mg}$	0,91**
S	DRIS	$S=3,784+2,166I_S$	0,93**
	CND	$S=3,784+1,050I_S$	0,94**
Fe	DRIS	$Fe=182,115+0,248I_{Fe}$	0,48 ^{ns}
	CND	$Fe=182,115+0,051I_{Fe}$	0,50 ^{ns}
Zn	DRIS	$Zn=81,515+1,884I_{Zn}$	0,45 ^{ns}
	CND	$Zn=81,515+0,081I_{Zn}$	0,40 ^{ns}
Cu	DRIS	$Cu=9,745+3,056I_{Cu}$	0,87**
	CND	$Cu=9,745+0,955I_{Cu}$	0,83**
Mn	DRIS	$Mn=40,028+14,430I_{Mn}$	0,92**
	CND	$Mn=40,028+6,405I_{Mn}$	0,92**
B	DRIS	$B=32,315+4,482I_B$	0,44**
	CND	$B=32,315+0,741I_B$	0,35**

⁽¹⁾ Calculado conforme Alvarez V. & Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, Wadt et al. (1998). ⁽²⁾ Calculado conforme Khiari et al. (2001a,b) porém com média geométrica dos constituintes da massa seca expressa em $mg\ kg^{-1}$. ⁽³⁾ > média. ** indica $p < 0,001$. ns (não significativo).

9.3 Diagnóstico da Composição Nutricional (CND)

Da mesma forma do que foi para o DRIS, ajustou-se modelos estatístico entre os relacionamentos dos índices CND e teores de nutrientes em folhas de algodão, sendo obtido para o modelo linear a maior significância. Os coeficientes de

determinação, para os métodos DRIS e CND foram similares, fato esperado devido a concordância entre os mesmos, no diagnóstico do estado nutricional de culturas, como no caso da soja (URANO, 2006).

Devido ao ajuste linear os teores ótimos do nutrientes no tecido da folha foram obtidos pela média dos valores na subpopulação de alta produtividade, tendo como o índice zero o que corresponde ao melhor teor do nutriente na planta, sendo esse teor ótimo obtido por meio da equação linear, a qual se teve o melhor ajuste. A faixa ótima do teor de nutrientes, foi estimada como os teores correspondentes aos valores do índice zero $\pm 2/3$ desvio padrão, conforme Kurihara (2004).

Tabela 8. Faixa e teor ótimo de nutrientes em folha de algodão obtidas pelo método da Chance Matemática, DRIS e CND, a partir de amostra de folha de algodão da região oeste do estado da Bahia. Literatura utilizada para a comparação dos valores

Variável	Método	Faixa ótima	Teor ótimo
N	Chance Matemática	32,0-39,1	34,0
	DRIS	32,7-35,4	34,1
	CND	32,8-35,4	34,1
	Literatura	35-40	na
P	Chance Matemática	1,8-2,6	2,3
	DRIS	2,1-2,6	2,4
	CND	2,1-2,6	2,4
	Literatura	2-4	na
K	Chance Matemática	14,6-21,2	16,6
	DRIS	14,6-19,8	17,2
	CND	14,6-19,8	17,2
	Literatura	15-25	na
Ca	Chance Matemática	19,6-27,0	22,4
	DRIS	18,6-23,4	21,0
	CND	18,6-23,4	21,0
	Literatura	20-35	na
Mg	Chance Matemática	4,9-7,2	6,8
	DRIS	5,8-7,2	6,5
	CND	5,8-7,2	6,5
	Literatura	3-8	na

...continua...

Tabela 8, Cont.

Variável	Método	Faixa ótima	Teor ótimo
S	Chance Matemática	2,7-6,5	3,5
	DRIS	3,1-4,5	3,8
	CND	3,1-4,5	3,8
	Literatura	4-8	na
Fe	Chance Matemática	180,2-183,8	182,1
	DRIS	182,1-182,2	182,1
	CND	182,1-182,1	182,1
	Literatura	40-250	na
Zn	Chance Matemática	79,7-84,1	81,8
	DRIS	81,3-81,8	81,5
	CND	81,5-81,6	81,5
	Literatura	25-200	na
Cu	Chance Matemática	8,8-10,5	9,7
	DRIS	9,1-10,4	9,7
	CND	9,1-10,4	9,7
	Literatura	5-25	na
Mn	Chance Matemática	31,8-51,2	32,0
	DRIS	35,7-44,3	40,0
	CND	35,7-44,3	40,0
	Literatura	25-300	na
B	Chance Matemática	31,6-34,4	32,6
	DRIS	31,7-33,0	32,3
	CND	31,8-32,8	32,3
	Literatura	30-50	na

Teor e faixa ótima estimados a partir da: (1) mediana e os limites inferior e superior das classes de frequência com maiores valores de chance matemática (Wadt, 1996), respectivamente. (2) para um índice DRIS (calculado conforme Alvarez V. & Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt et al. (1998) igual a zero e $\pm 2/3$ s, conforme Kurihara (2004), respectivamente. (3) para um índice CND (calculado conforme Khiari et al. (2001), porém com média geométrica dos componentes da massa seca (expressa em mg kg⁻¹) igual a zero e $\pm 2/3$ s, conforme Kurihara (2004), respectivamente. (4) > média, com $n = 40$ talhões. (5) Faixa de suficiência, conforme (Sousa e Lobato, 2004). na não avaliado.

Os valores de faixa ótima encontrados na literatura, de forma geral, são obtidos de experimentos, desenvolvidos sob condições de campo, onde se tem uma variação dos níveis de nutrientes que são aplicados no mesmo, sendo controlados os demais fatores que influenciam na produção. Dessa forma a expressão da produtividade desse experimento para a determinação de níveis críticos, além de ser sobre condições controladas dos outros fatores de produção, são também regionalizadas e, com isso, há

uma necessidade de se ampliar os experimentos em diferentes regiões produtoras de algodão em nosso país.

Segundo Kurihara (2004), pelo fato de não se desenvolver uma vasta rede de experimentos, os valores de referência tornam-se válidos apenas para uma limitada amplitude de condições em que os fatores de produção foram considerados nos trabalhos de calibração. Além disto, o grau de insegurança pode ser aumentado quando se considera que em algumas situações, os valores são definidos também com subjetividade, tomando-se como base a experiência do pesquisador.

A avaliação dos teores de nutrientes em folhas do algodoeiro, pelos métodos DRIS, CND e ChM pode ser mais criteriosa quando comparada uma amostra com os valores de referência determinados por esses métodos, devido a menor amplitude das classes, diminuindo dessa forma a possibilidade de ter lavouras de baixa produtividade, com teores na faixa ótima, como ocorre com as faixas de grande amplitude, que em geral são determinadas sobre condições controladas, diferentes das encontradas em campos comerciais.

10 CONCLUSÕES

A utilização dos métodos DRIS, CND e ChM, em lavouras comerciais em geral, possibilitou a obtenção de uma menor amplitude da faixa ótima dos nutrientes, quando comparada com os valores obtidos por diferentes autores em diversas regiões do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITCHISON, J. **The statistical analysis of compositional data**. J. Royal Stat. Soc. B., 44:139-177, 1982.

ALVAREZ VENEGAS, V.H.; LEITE, R. de A. **Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.20-25, 1999.

BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M.; KILPATRICK, D.J. **The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards**. I. Model establishment. Plant and Soil, v.197, p.127-135, 1997.

BALDOCK, J.O. & SCHULTE, E.E. **Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn**. Agron. J., 88(3):448-456, 1996.

BATAGLIA, O. C., QUAGGIO, J. A., SANTOS, W. R. **Diagnose nutricional do cafeeiro pelo DRIS variando-se a constante de sensibilidade dos nutrientes de acordo com a intensidade e frequência de resposta na produção**. *Bragantia*, 2004, vol.63, no.2, p.253-263. ISSN 0006-8705.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. **Princípios de diagnose foliar**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. P. 647 – 660.

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. & SANTOS, W.R. dos. **Diagnose visual e análise de plantas**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Anais dos simpósios. Piracicaba, Fundação Cargill, 1992. p.369-393.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**. South Africa: University of Natal, Pietermaritzburg. 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BEVERLY, R.B. **Dris diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory**. Journal of Plant Nutrition, v.16, p.1431-1447, 1993.

BORGES, B. I.; LANA, R. M. Q.; OLIVEIRA, S. A.; MELO, B.; BORGES, E. N. **Estado nutricional de lavouras de café na região do alto Paranaíba-MG**. Biosci. J., Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 197-206, 2004.

DARA, S. T.; FIXEN, P.E. & GELDERMAN, R.H. **Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn**. Agron. J., 84:1006-1010, 1992.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. **Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization**. Agronomy Journal, v. 76, p. 466-470, 1984.

ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. **DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves.** Agron. J., Madison, v. 77, p. 506-508, 1985.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro), RJ. Manual de métodos de análises de solo.** 2 ed. Rio de Janeiro: 2001. 212p. (EMBRAPA-CNPS, Documentos, 1).

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de algodão.** Rondonópolis, MT: FUNDAÇÃO MT, 2001. 238p. (FUNDAÇÃO MT. Boletim, 4).

HALLMARK, W.B.; WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; MOOY, C.J.; PESEK, J. & SHAO, K.P. **Separating limiting and non-limiting nutrients.** J. Plant. Nutr., 10:1381-1390, 1987.

HARTZ. T.K.; MIYAO, E.M.; VALENCIA, J.G. **DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato.** Hortscience, Alexandria, v. 33, p. 830-832, 1998.

HIROCE, R.; FIQUEIREDO, J. O. de.; POMPEU JÚNIOR, J.; MARTINS, A. L. M. **Influência de 16 porta-enxertos na composição mineral das folhas de limoeiro 'Sciliano', *Citrus limon* (L.) Burn.** F. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1986. Anais. Brasília: Embrapa/CNPq, 1986. v.1. p. 161-165.

HOLLAND, D.A. **The interpretation of leaf analysis.** J. Hortic. Sci., 41:311-329, 1966.

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

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

KURIHARA, C.H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional.** 2004. 101p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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, v.15, p.997-1006, 1984.

LEITE, R. A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar.** Viçosa, 1992. 87p. Tese (D. S.) – Universidade Federal de Viçosa.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M.L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BULL, L.T., ROSOLEM, C.A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989.ig p. 227-308.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. *In*: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5a aproximação**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1999. p.141-168.

MARUR, C.J.; RUANO, O. **A reference system for determination of developmental stages of upland cotton**. Rev. Ol. Fibrós., Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.

MEDEIROS, A.A., HAAG, H.P. **Nível crítico de fósforo em cultivares de algodão**. II. Escolha do órgão adequado para determinação do nível crítico. Anais da ESALQ, Piracicaba, v. 46, p. 177-200, 1989.

MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. **Principles and practices in plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p. 223-248.

OLIVEIRA, S.A. Análise foliar. *In*: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.) Cerrado: **correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 245-256.

PARENT, L.E.; DAFIR, M. **A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis**. Journal of the American Society for Horticultural Science, v.117, p.239-242, 1992.

PARENT, L.E.; KARAM, A. & VISSER, S.A. **Compositional nutrient diagnosis of the greenhouse tomato**. Hortic. Sci., 28(10):1041-1042, 1993.

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D. and COSTA, A. N. **Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS**. *Cienc. Rural*, Nov./Dec. 2005, vol.35, no.6, p.1456- 1460. ISSN 0103-8478.

REIS JUNIOR, R. dos A.; CORRÊA, J.B.; CARVALHO, J.G. e GUIMARÃES, P.T.G. **Diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados**. R. Bras. Ci. Solo, 26(3):801-808, 2002.

REIS Jr., R.A. e MONNERAT, P.H. **DRIS norms validation for sugarcane crop**. Pesq. Agropec. Bras., 38:379-385, 2003.

RIBEIRO JUNIOR, J. J. **Análise estatística no SAEG**. VIÇOSA: UFV. 2001, 301P:IL.

ROSOLEM, C.A.; GIOMMO, J.S.; LAURENTI, R.L.B. **Crescimento radicular e nutrição de cultivares de algodoeiro em resposta à calagem**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 35, n. 4, p. 827-833, 2000.

SILVA, N.M.; RAIJ, B. van. *Fibrosas. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.).* **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. (Boletim técnico, 100)

SILVA, G. G. C. , NEVES, J. C. L., ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da universalidade das normas DRIS, M- DRIS e CND.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Sept./Oct. 2005, vol.29, no.5, p.755-761. ISSN 0100-0683.

SILVA, G. G. C., NEVES, J. C. L., ALVAREZ ,V., HUGO, V. **Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND.** *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, Sept./Oct. 2004, vol.61, no.5, p.507-515. ISSN 0103-9016.

SILVA, M. A. C. **Métodos de avaliação do estado nutricional para o algodoeiro no centro-oeste do Brasil.** 2006. p. . (Tese doutorado) – Universidade Estadual paulista.

SOLTANPOUR, P.N.; MALAKOUTI, M.J. & RONAGHI, A. **Comparison of diagnosis and recommendation integrated system and nutrient sufficiency range of corn.** *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59:133-139, 1995.

SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E. **Cerrado – Correção do solo e adubação.** EMBRAPA Informação tecnológica. v. 1. ed. 2, p. 416, 2004.

SUMNER, M. E. **Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes.** *Agron. J.*, 41:343-348, 1979.

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.** *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 25, n. 2, p. 309-314, Agosto 2003

TRANI, P.E.M.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar: amostragem e interpretação.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.

URANO, E. O. M. **Avaliação do estado nutricional e teores ótimos de nutrientes em soja.** 2004. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados.

URANO, E. O. M. KURIHARA, C. H., MAEDA, S. VITORINO, A. C. T., GONÇALVES, M. C. e MARCHETTI, M. E. **Avaliação do estado nutricional da soja.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.9, p.1421-1428, set. 2006.

URANO, E. O. M. KURIHARA, C. H., MAEDA, S. VITORINO, A. C. T., GONÇALVES, M. C. e MARCHETTI, M. E. **Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos Chance Matemática, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação e Diagnose da Composição Nutricional.** *R. Bras. Ci. Solo*, 31:63-72, 2007.

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

WADT, P.G.S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto.** 1996. 123p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

YAMADA, T.; LOPES, A.S. **Balanço de nutrientes na agricultura brasileira.** Piracicaba: POTAFOS, 1998. p.2-8. (Encarte Técnico, 84).

APÊNDICES

Apêndice 1. Produtividade em kg ha⁻¹ e teores de macronutrientes e de micronutrientes em amostras de folhas de algodão, coletada no início do florescimento estágio R1, em 65 lavouras comerciais, na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/20005

Talhão	Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
-----g/kg-----						-----mg/kg-----						
1	2733	32,3	6,9	12,0	22,1	8,0	5,2	184,1	84,2	9,2	32,2	33,1
2	3222	33,2	7,2	18,0	21,8	8,4	5,9	183,2	88,7	8,5	31,3	30,8
3	3223	35,1	1,9	12,0	24,0	8,3	4,2	182,5	80,8	9,4	31,5	31,3
4	3398	34,8	2,2	14,0	16,1	7,0	4,6	184,1	81,2	8,8	36,2	33,1
5	3526	37,3	2,3	12,4	15,0	7,4	5,0	181,3	82,5	9,5	35,1	31,2
6	3592	31,1	2,3	14,0	18,0	5,8	3,4	183,1	78,9	9,1	35,2	30,8
7	3728	33,2	7,3	14,0	18,0	8,3	4,6	180,3	84,3	8,7	28,4	34,1
8	3731	31,4	7,9	14,8	22,0	7,9	3,7	180,4	85,6	8,4	31,3	32,5
9	3766	36,3	2,1	10,9	16,0	7,3	3,8	183,4	80,8	8,7	33,8	32,4
10	3774	31,2	2,4	18,0	12,0	6,5	5,0	180,2	77,1	8,7	43,1	29,9
11	3794	36,3	3,1	18,0	28,0	6,8	4,5	184,0	84,2	9,5	54,4	35,0
12	3939	36,1	2,8	16,0	17,2	6,3	4,8	181,4	81,3	10,3	41,5	31,3
13	3958	34,8	2,4	12,0	20,0	8,1	3,3	182,5	81,4	8,7	32,6	30,4
14	3959	37,2	3,3	22,0	22,0	5,5	3,7	182,4	81,2	10,8	50,6	33,4
15	4084	30,1	3,1	13,0	16,0	8,0	3,7	180,4	79,2	10,1	30,1	34,2
16	4118	36,2	2,0	12,4	20,0	7,3	4,4	183,0	83,1	10,2	30,1	33,0
17	4132	31,2	2,2	14,0	12,0	7,2	4,7	181,3	79,2	8,5	36,2	34,2
18	4136	36,2	2,1	12,0	16,4	8,0	3,9	181,4	80,5	11,2	40,4	32,5
19	4153	33,2	2,5	18,0	12,0	7,2	3,3	181,2	80,3	9,3	30,4	32,2
20	4157	35,3	2,3	20,0	15,0	7,2	3,4	182,2	82,4	9,2	41,2	30,2
21	4166	36,2	2,1	20,0	16,0	7,3	3,3	183,4	82,4	8,8	41,5	30,8
22	4167	33,5	7,1	22,0	21,8	8,1	6,0	179,4	84,3	10,3	29,7	30,8
23	4167	32,8	7,2	24,0	24,0	8,2	7,2	182,1	85,2	9,7	30,2	32,3
24	4210	35,5	2,4	10,8	20,0	8,0	4,9	182,6	83,3	10,2	34,3	30,3
25	4215	33,3	2,4	14,0	22,0	7,4	3,8	182,4	80,5	9,1	42,4	32,5

...continua...

Apêndice 1, Cont.

Talhão	Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
-----g/kg-----						-----mg/kg-----						
26	4253	36,4	1,9	12,0	20,0	5,0	2,9	180,4	80,9	9,0	50,7	30,3
27	4255	38,0	2,0	10,0	26,0	8,0	4,4	181,8	79,7	9,7	40,2	32,5
28	4255	35,1	2,2	18,0	16,0	7,8	3,3	182,1	84,2	9,8	33,1	32,1
29	4256	34,2	2,1	18,1	24,0	7,8	6,5	182,4	84,2	11,3	42,5	32,5
30	4260	35,3	2,3	15,0	22,0	7,0	3,1	180,5	79,7	8,7	40,6	32,5
31	4260	33,4	2,3	16,0	20,0	7,0	1,9	184,2	83,4	9,8	41,4	34,2
32	4281	29,5	2,3	14,0	16,0	7,0	3,7	180,4	77,9	8,7	32,1	30,2
33	4303	34,2	3,2	15,0	14,0	5,5	3,8	183,2	80,6	8,7	48,4	32,4
34	4317	33,4	3,6	20,0	24,0	3,6	6,5	181,3	81,2	12,4	29,5	32,8
35	4318	38,1	3,0	12,0	26,0	6,2	4,7	183,5	83,4	11,4	51,5	34,2
36	4323	36,2	2,3	16,0	26,0	8,2	2,8	183,5	82,5	9,0	34,7	34,2
37	4335	34,8	2,4	18,0	20,0	8,2	3,0	181,2	81,2	9,2	44,2	33,1
38	4350	31,4	3,2	14,0	22,0	8,0	5,3	182,3	82,5	10,5	28,7	33,2
39	4354	31,4	2,6	14,0	17,0	6,2	3,0	181,5	83,6	8,9	33,9	30,7
40	4376	30,4	2,4	16,0	16,0	8,0	5,1	181,5	77,8	8,8	29,4	30,3
41	4398	31,3	2,1	20,1	20,0	6,1	3,0	180,5	82,6	10,2	33,8	30,8
42	4406	31,4	2,2	20,0	20,0	6,1	3,0	183,3	82,5	10,1	33,2	33,2
43	4415	32,5	2,2	12,0	22,0	8,1	3,5	183,1	82,1	10,2	42,4	33,3
44	4425	31,4	2,1	20,1	20,0	5,7	3,1	180,1	82,3	8,8	29,8	33,2
45	4446	32,1	2,1	18,0	22,0	8,1	5,9	180,4	83,4	11,8	31,2	31,4
46	4464	36,4	2,2	17,0	20,0	7,0	3,2	182,1	80,4	8,7	40,2	32,2
47	4469	32,1	2,3	21,3	18,0	5,2	2,7	180,2	80,3	9,2	38,9	29,8
48	4505	29,8	2,3	16,1	14,0	4,8	4,1	185,2	76,5	7,4	30,5	29,4
49	4552	33,1	2,2	14,0	20,4	7,1	3,8	183,3	81,4	10,2	45,4	32,3
50	4575	32,4	2,6	28,0	22,0	6,0	2,7	183,1	81,4	11,2	40,2	33,2
51	4579	35,6	2,5	27,0	24,0	6,1	3,1	183,3	81,5	10,2	39,7	30,1
52	4580	32,5	2,5	20,0	23,0	6,0	2,8	181,5	79,9	11,1	43,2	33,6

...continua...

Apêndice 1, Cont.

Talhão	Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
-----g/kg-----							-----mg/kg-----					
53	4608	35,4	1,9	20,0	26,0	6,4	2,8	182,0	80,2	10,8	53,2	33,3
54	4617	36,1	2,2	12,0	16,8	5,8	5,1	181,8	83,2	9,7	39,2	31,2
55	4630	36,1	2,7	24,0	23,0	6,0	5,0	181,4	82,1	9,8	47,2	34,2
56	4653	37,2	1,8	20,0	22,0	5,8	2,7	182,3	80,8	8,7	49,3	31,2
57	4664	35,2	2,6	22,0	23,0	5,0	3,4	183,1	81,5	10,2	44,2	30,1
58	4734	33,8	2,1	20,0	18,3	7,2	4,0	182,5	82,5	10,2	38,7	35,1
59	4746	32,4	2,6	20,0	24,0	6,0	3,3	181,3	81,2	8,2	39,5	31,2
60	4756	32,8	2,3	16,0	20,0	7,7	4,1	182,4	82,6	8,9	46,8	32,4
61	4797	35,3	2,2	12,1	32,0	6,0	3,2	183,2	83,1	10,2	41,4	34,2
62	4808	38,2	2,0	14,0	18,0	5,3	3,9	180,8	81,3	9,9	48,8	34,4
63	4827	35,4	2,8	16,0	17,2	6,4	4,4	182,6	81,3	9,5	40,5	32,3
64	4869	39,1	2,0	16,0	24,0	6,5	3,5	181,2	80,1	8,9	43,2	32,1
65	5133	33,4	2,0	14,0	22,0	7,2	5,0	184,1	83,5	9,7	39,3	33,0

Apêndice 2. Produtividade em kg ha⁻¹, índice de equilíbrio nutricional médio¹ (IENm) e índices (DRIS)² de nutrientes na subpopulação de baixa e alto produtividade em amostras de folhas de algodão na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/20005

Talhão	Produtividade	Índice (DRIS)											
		IENm	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	2733	0,685	-0,582	3,000	-0,924	-0,041	0,314	0,455	-0,408	-0,195	-0,549	-0,811	-0,259
2	3222	0,758	-0,528	3,034	-0,142	-0,157	0,363	0,629	-0,598	0,145	-0,958	-0,971	-0,817
3	3223	0,349	0,255	-0,538	-0,649	0,477	0,703	0,307	0,138	0,040	-0,049	-0,584	-0,100
4	3398	0,267	0,222	-0,093	-0,313	-0,626	0,284	0,492	0,172	0,044	-0,277	-0,163	0,259
5	3526	0,333	0,548	0,025	-0,579	-0,844	0,413	0,636	0,022	0,179	0,012	-0,267	-0,146
6	3592	0,138	-0,132	0,172	-0,228	-0,192	-0,087	0,003	0,429	0,095	0,013	-0,122	0,048
7	3728	0,714	-0,367	3,216	-0,560	-0,564	0,458	0,257	-0,519	-0,106	-0,701	-1,113	-0,002
8	3731	0,693	-0,654	3,450	-0,459	-0,010	0,321	-0,163	-0,514	0,040	-0,857	-0,854	-0,301
9	3766	0,346	0,551	-0,126	-0,759	-0,548	0,481	0,202	0,281	0,143	-0,202	-0,270	0,248
10	3774	0,365	-0,163	0,221	0,248	-1,400	0,148	0,678	0,311	-0,081	-0,207	0,402	-0,157
11	3794	0,329	-0,178	0,537	-0,103	0,530	-0,157	0,170	-0,518	-0,320	-0,511	0,578	-0,027
12	3939	0,254	0,209	0,483	-0,153	-0,591	-0,117	0,465	-0,129	-0,111	0,164	0,079	-0,297
13	3958	0,296	0,293	0,223	-0,609	0,026	0,696	-0,112	0,205	0,186	-0,275	-0,430	-0,203
14	3959	0,334	0,079	0,806	0,380	-0,073	-0,618	-0,142	-0,390	-0,441	0,115	0,459	-0,177
15	4084	0,436	-0,468	0,932	-0,484	-0,646	0,622	0,061	0,048	-0,130	0,259	-0,675	0,479
16	4118	0,316	0,372	-0,400	-0,582	-0,043	0,370	0,394	0,032	0,158	0,257	-0,714	0,157
17	4132	0,370	-0,146	0,006	-0,234	-1,349	0,451	0,601	0,266	0,049	-0,265	-0,045	0,665
18	4136	0,317	0,312	-0,286	-0,678	-0,650	0,578	0,141	-0,023	-0,109	0,603	0,084	0,029
19	4153	0,360	0,161	0,384	0,286	-1,357	0,453	-0,074	0,226	0,143	0,080	-0,550	0,250
20	4157	0,261	0,263	0,008	0,407	-0,866	0,334	-0,104	0,077	0,184	-0,127	0,167	-0,343
21	4166	0,295	0,378	-0,260	0,413	-0,681	0,372	-0,154	0,116	0,162	-0,304	0,185	-0,227
22	4167	0,731	-0,529	2,937	0,237	-0,218	0,227	0,622	-0,729	-0,270	-0,258	-1,167	-0,853
23	4167	0,790	-0,745	2,895	0,359	-0,020	0,183	0,911	-0,765	-0,346	-0,602	-1,194	-0,676
24	4210	0,331	0,227	0,100	-0,918	-0,093	0,557	0,552	-0,001	0,178	0,208	-0,392	-0,416
25	4215	0,162	-0,125	0,087	-0,389	0,158	0,343	0,065	0,016	-0,108	-0,267	0,186	0,035

...continua...

Apêndice 2, Cont.

Talhão	Produtividade	IENm	Índice (DRIS)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
26	4253	0,353	0,542	-0,408	0,557	0,071	-0,483	0,293	0,219	0,245	-0,063	0,864	-0,138
27	4255	0,353	0,473	-0,472	-1,100	0,604	0,524	0,336	-0,047	-0,242	-0,050	0,003	-0,029
28	4255	0,253	0,234	-0,117	0,197	-0,673	0,547	-0,153	-0,006	0,293	0,117	-0,441	0,001
29	4256	0,304	-0,291	-0,557	-0,021	0,173	0,273	0,921	-0,371	-0,099	0,305	-0,018	-0,314
30	4260	0,174	0,231	0,018	-0,200	0,212	0,253	-0,277	0,021	-0,099	-0,378	0,108	0,111
31	4260	0,233	-0,046	0,052	-0,035	-0,031	0,290	-1,172	0,068	0,170	0,121	0,197	0,385
32	4281	0,258	-0,299	0,209	-0,200	-0,482	0,430	0,181	0,439	0,126	-0,100	-0,335	0,032
33	4303	0,365	0,080	1,003	-0,202	-1,051	-0,360	0,106	0,101	-0,040	-0,354	0,628	0,089
34	4317	0,624	-0,245	1,151	0,244	0,285	-1,626	0,979	-0,252	-0,250	0,771	-0,947	-0,110
35	4318	0,384	0,134	0,511	-0,898	0,381	-0,332	0,303	-0,450	-0,320	0,292	0,489	-0,111
36	4323	0,300	0,220	-0,066	-0,124	0,603	0,585	-0,525	-0,091	-0,054	-0,368	-0,420	0,241
37	4335	0,198	0,025	0,045	0,110	-0,155	0,576	-0,407	-0,133	-0,122	-0,271	0,261	0,068
38	4350	0,399	-0,494	0,847	-0,466	0,081	0,458	0,615	-0,176	-0,077	0,177	-0,984	0,020
39	4354	0,241	-0,115	0,528	-0,237	-0,361	0,075	-0,243	0,224	0,500	-0,095	-0,239	-0,038
40	4376	0,348	-0,282	0,214	-0,007	-0,590	0,668	0,702	0,329	-0,050	-0,193	-0,688	-0,102
41	4398	0,222	-0,233	-0,201	0,459	0,003	-0,039	-0,298	0,108	0,313	0,338	-0,331	-0,118
42	4406	0,221	-0,287	-0,098	0,425	-0,027	-0,070	-0,319	0,115	0,164	0,245	-0,414	0,265
43	4415	0,227	-0,265	-0,171	-0,707	0,153	0,578	-0,086	-0,015	-0,004	0,181	0,189	0,146
44	4425	0,267	-0,145	-0,146	0,505	0,070	-0,164	-0,194	0,137	0,328	-0,186	-0,632	0,427
45	4446	0,386	-0,386	-0,432	0,061	0,056	0,484	0,818	-0,224	0,062	0,639	-0,759	-0,318
46	4464	0,155	0,374	-0,126	0,060	-0,064	0,249	-0,220	0,060	-0,059	-0,382	0,075	0,032
47	4469	0,243	-0,030	0,130	0,620	-0,238	-0,398	-0,458	0,243	0,216	0,010	0,115	-0,211
48	4505	0,385	-0,055	0,333	0,191	-0,719	-0,422	0,469	0,872	0,172	-0,571	-0,351	0,081
49	4552	0,161	-0,172	-0,180	-0,389	-0,066	0,236	0,066	0,024	-0,048	0,182	0,378	-0,030
50	4575	0,308	-0,386	0,221	0,987	0,055	-0,271	-0,646	-0,136	-0,202	0,427	-0,054	0,005
51	4579	0,270	0,099	0,108	0,912	0,304	-0,230	-0,385	-0,071	-0,123	0,066	-0,098	-0,581
52	4580	0,270	-0,325	0,156	0,318	0,223	-0,233	-0,543	-0,111	-0,270	0,446	0,190	0,150

...continua...

Apêndice 2, Cont.

Talhão	Produtividade	IENm	Índice (DRIS)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
53	4608	0,334	0,005	-0,705	0,293	0,516	-0,106	-0,562	-0,155	-0,308	0,283	0,721	0,019
54	4617	0,285	0,392	-0,092	-0,638	-0,512	-0,200	0,689	0,058	0,266	0,105	0,058	-0,126
55	4630	0,271	-0,053	0,192	0,561	0,053	-0,403	0,423	-0,427	-0,330	-0,273	0,263	-0,004
56	4653	0,349	0,487	-0,704	0,419	0,214	-0,213	-0,517	0,113	0,030	-0,357	0,659	-0,132
57	4664	0,269	0,089	0,272	0,515	0,229	0,702	0,177	-0,019	-0,060	0,121	0,250	-0,519
58	4734	0,223	-0,124	-0,375	0,331	-0,411	0,236	0,135	-0,145	0,064	0,124	-0,108	0,403
59	4746	0,239	-0,186	0,358	0,376	0,442	-0,165	-0,182	0,049	0,068	-0,639	0,015	-0,135
60	4756	0,198	-0,244	-0,080	-0,133	-0,145	0,415	0,186	-0,063	0,049	-0,389	0,437	-0,033
61	4797	0,288	0,047	-0,205	-0,721	1,169	-0,231	-0,274	-0,133	-0,021	0,097	0,063	0,209
62	4808	0,325	0,542	-0,427	-0,349	-0,381	-0,475	0,158	-0,095	-0,061	0,106	0,611	0,374
63	4827	0,189	0,152	0,518	-0,126	-0,553	-0,046	0,325	-0,048	-0,090	-0,117	0,042	-0,057
64	4869	0,231	0,641	-0,457	-0,102	0,397	0,013	-0,079	-0,045	-0,157	-0,362	0,219	-0,067
65	5133	0,206	-0,143	-0,489	-0,399	0,137	0,252	0,573	-0,015	0,104	-0,045	-0,043	0,069

¹Calculado conforme Wadt (1996). ²Calculado conforme Alvarez V. Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c=1, conforme Wadt et al (1998).

Apêndice 3. Potência de resposta à adubação¹ (PRA), determinado pelo método DRIS², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005

Potencial de resposta à adubação											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	z	n	p	z	z	z	z	z	z	pz	z
2	z	n	z	z	z	z	z	z	pz	p	pz
3	z	pz	p	nz	n	z	z	z	z	pz	z
4	z	z	pz	p	nz	n	z	z	pz	z	z
5	nz	z	pz	p	nz	n	z	z	z	z	z
6	z	nz	p	pz	z	z	n	z	z	z	z
7	z	n	z	z	z	z	z	z	z	p	z
8	z	n	z	z	z	z	z	z	p	pz	z
9	n	z	p	pz	nz	z	z	z	z	z	z
10	z	z	z	p	z	n	z	z	z	nz	z
11	z	n	z	nz	z	z	p	z	pz	n	z
12	z	n	z	p	z	nz	z	z	z	z	pz
13	z	z	p	z	n	z	z	z	z	pz	z
14	z	n	nz	z	p	z	pz	pz	z	nz	z
15	pz	n	pz	pz	nz	z	z	z	z	p	nz
16	nz	pz	pz	z	nz	n	z	z	z	p	z
17	z	z	z	p	nz	nz	z	z	z	z	n
18	z	z	p	pz	nz	z	z	z	n	z	z
19	z	nz	z	p	n	z	z	z	z	pz	z
20	z	z	n	p	nz	z	z	z	z	z	pz
21	nz	z	n	p	nz	z	z	z	pz	z	z
22	z	n	z	z	z	z	z	z	z	p	pz
23	z	n	z	z	z	nz	z	z	z	p	z
24	z	z	p	z	n	nz	z	z	z	pz	pz
25	z	z	p	z	n	z	z	z	pz	nz	z

...continua...

Apêndice 3, Cont.

Potencial de resposta à adubação											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
26	nz	pz	p	z	pz	z	z	z	z	n	z
27	nz	pz	p	n	nz	z	z	z	z	z	z
28	z	z	z	p	n	z	z	nz	z	pz	z
29	z	p	z	z	z	n	pz	z	pz	z	pz
30	nz	z	pz	nz	n	pz	z	z	p	z	z
31	z	z	z	z	nz	p	z	z	z	z	n
32	pz	z	z	p	nz	z	n	z	z	pz	z
33	z	n	z	p	z	z	z	z	z	nz	z
34	z	n	z	z	p	nz	z	z	nz	pz	z
35	z	n	p	z	z	z	pz	z	z	nz	z
36	z	z	z	n	nz	p	z	z	pz	pz	z
37	z	z	z	z	n	p	z	z	pz	nz	z
38	pz	n	pz	z	nz	n	z	z	z	p	z
39	z	n	pz	p	z	pz	z	nz	z	z	z
40	z	z	z	pz	nz	n	z	z	z	p	z
41	pz	z	n	z	z	pz	z	nz	nz	p	z
42	pz	z	n	z	z	pz	z	z	nz	p	nz
43	pz	z	p	z	n	z	z	z	z	z	z
44	z	z	n	z	z	z	z	nz	z	p	nz
45	pz	pz	z	z	nz	n	z	z	nz	p	z
46	n	z	z	z	nz	pz	z	z	p	z	z
47	z	z	n	z	pz	p	nz	z	z	z	z
48	z	z	z	p	pz	nz	n	z	pz	z	z
49	pz	pz	p	z	nz	z	z	z	nz	n	z
50	pz	z	n	z	z	p	z	z	nz	z	z
51	z	z	n	nz	z	pz	z	z	z	z	p

...continua...

Apêndice 3, Cont.

Potencial de resposta à adubação											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
52	pz	z	z	z	z	p	z	pz	n	z	z
53	z	p	nz	nz	z	pz	z	z	z	n	z
54	nz	z	pz	pz	z	n	z	z	z	z	z
55	z	z	z	z	pz	nz	p	pz	pz	z	z
56	nz	p	z	z	z	pz	z	z	pz	n	z
57	z	nz	z	z	p	z	z	z	z	z	pz
58	z	pz	p	p	nz	z	z	z	z	z	n
59	z	nz	n	n	z	z	z	z	p	z	z
60	pz	z	z	z	nz	z	z	z	p	n	z
61	z	z	n	n	z	z	z	z	z	z	z
62	nz	pz	pz	pz	p	z	z	z	z	n	nz
63	z	n	p	p	z	nz	z	z	z	z	z
64	n	p	nz	nz	z	z	z	z	pz	z	z
65	z	p	z	z	nz	n	z	z	z	z	z

¹z=nula; p=positiva, com alta probabilidade; pz=positiva, com baixa probabilidade; n=negativa, com alta probabilidade; nz=negativa, com baixa probabilidade, conforme Wadt (1996). ²Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c=1, conforme Wadt et al. (1998).

Apêndice 4. Estado nutricional¹ (EN), determinado pelo método DRIS², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	NL	LE	LF	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	NL
2	NL	LE	N	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LF	LF
3	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL
4	NL	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	LF	NL	NL
5	LE	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
6	NL	LE	LF	LF	NL	NL	LE	NL	NL	LF	NL
7	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
8	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL
9	LE	NL	LF	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL
10	NL	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LE	NL
11	NL	LE	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	LE	NL
12	NL	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF
13	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL
14	NL	LE	LE	NL	LF	NL	LF	LF	NL	LE	NL
15	LF	LE	LF	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LE
16	LE	LF	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
17	NL	NL	NL	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LE
18	NL	NL	LF	LF	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL
19	NL	LE	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL
20	NL	NL	LE	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	LF
21	LE	NL	LE	LF	LE	NL	NL	NL	LF	NL	NL
22	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LF
23	NL	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	NL
24	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	LF
25	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	NL

...continua...

Apêndice 4, Cont.

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
26	LE	LF	LF	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LE	NL
27	LE	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL
28	NL	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	NL	LF	NL
29	NL	LF	NL	NL	NL	LE	LF	NL	LF	NL	LF
30	LE	NL	LF	LE	LE	LF	NL	NL	LF	NL	NL
31	NL	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL	NL	NL	LE
32	LF	NL	NL	LF	LE	NL	LE	NL	NL	LF	NL
33	NL	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LE	NL
34	NL	LE	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	LF	NL
35	NL	LE	LF	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LE	NL
36	NL	NL	NL	LE	LE	LF	NL	NL	LF	LF	NL
37	NL	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL	LF	LE	NL
38	LF	LE	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
39	N	LE	LF	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL
40	NL	NL	NL	LF	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
41	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LE	LE	LF	NL
42	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	NL	LE	LF	LE
43	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL
44	NL	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LE	NL	LF	LE
45	LF	LF	NL	NL	LE	LE	NL	NL	LE	LF	NL
46	LE	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL	LF	NL	NL
47	NL	NL	LE	NL	LF	LF	LE	NL	NL	NL	NL
48	NL	NL	NL	LF	LF	LE	LE	NL	LF	NL	NL
49	LF	LF	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LE	LE	NL
50	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	NL	LE	NL	NL
51	NL	NL	LE	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LF

...continua...

Apêndice 4, Cont.

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
52	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	LE	NL	NL
53	NL	LF	NL	LE	NL	LF	NL	NL	NL	LE	NL
54	LE	NL	LF	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL
55	NL	NL	LE	NL	LF	LE	LF	LF	LF	NL	NL
56	LE	LF	LE	NL	NL	LF	NL	NL	LF	LE	NL
57	NL	LE	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LF
58	NL	LF	LE	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	LE
59	NL	LE	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	NL
60	LF	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	NL
61	NL	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
62	LE	LF	LF	LF	LF	NL	NL	NL	NL	LE	LE
63	NL	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL
64	LE	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	NL
65	NL	LF	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	NL	NL

¹NL= não limitante, LF= limitante por falta, LE= limitante por excesso, conforme Silva (2001). ²Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c=1, conforme Wadt et al. (1998).

Apêndice 5. Produtividade em kg ha⁻¹, índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) e índices (CND) de nutrientes na subpopulação de baixa e alto produtividade em amostras de folhas de algodão na região oeste do estado da Bahia, no ano agrícola de 2004/20005

Talhão	Produtividade	IENm	Índice (CND)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	2733	1,943	-2,111	6,910	-1,904	-0,196	0,693	1,021	-1,851	-1,511	-1,821	-1,825	-1,529
2	3222	2,345	-2,310	6,919	-0,289	-0,550	0,735	1,356	-2,855	-1,255	-3,304	-2,249	-3,972
3	3223	0,826	0,766	-1,278	-1,384	1,089	1,563	0,642	0,504	0,298	-0,113	-1,244	-0,208
4	3398	0,752	0,687	-0,233	-0,687	-1,460	0,617	1,012	0,760	0,488	-0,888	-0,379	1,063
5	3526	0,828	1,627	0,050	-1,243	-1,941	0,909	1,325	0,342	0,773	0,007	-0,591	-0,296
6	3592	0,468	-0,278	0,393	-0,487	-0,452	-0,190	0,000	1,624	0,882	0,083	-0,274	0,486
7	3728	1,929	-1,449	7,434	-1,138	-1,396	1,006	0,612	-1,900	-1,040	-2,280	-2,476	-0,486
8	3731	1,929	-2,298	7,962	-0,906	-0,127	0,708	-0,259	-1,960	-0,754	-2,753	-1,904	-1,594
9	3766	1,100	1,912	-0,257	-1,606	-1,223	1,098	0,429	1,614	1,398	-0,497	-0,534	1,532
10	3774	0,936	-0,806	0,412	0,450	-3,317	0,228	1,361	0,409	-0,620	-0,963	0,717	-1,015
11	3794	1,096	-0,736	1,176	-0,199	1,192	-0,345	0,369	-2,319	-2,011	-1,684	1,243	-0,778
12	3939	0,705	0,454	1,082	-0,330	-1,375	-0,277	0,971	-0,709	-0,742	0,400	0,132	-1,282
13	3958	0,788	0,981	0,518	-1,280	0,067	1,558	-0,215	1,015	1,035	-0,776	-0,892	-0,330
14	3959	0,983	0,088	1,842	0,836	-0,149	-1,359	-0,272	-1,796	-2,093	0,300	1,002	-1,079
15	4084	1,103	-1,373	2,174	-1,008	-1,489	1,382	0,161	0,356	-0,065	0,831	-1,492	1,805
16	4118	0,924	1,241	-0,905	-1,229	-0,070	0,849	0,833	0,610	1,018	0,920	-1,508	0,979
17	4132	1,059	-0,418	-0,007	-0,544	-3,144	0,959	1,224	1,128	0,664	-0,917	-0,182	2,464
18	4136	0,817	1,092	-0,636	-1,421	-1,414	1,308	0,317	0,194	0,014	1,944	0,222	0,426
19	4153	1,027	0,534	0,914	0,588	-3,117	0,982	-0,153	1,206	1,090	0,242	1,221	1,254
20	4157	0,664	0,709	-0,011	0,838	-1,997	0,705	-0,228	0,259	0,536	-0,496	0,333	-1,187
21	4166	0,768	1,107	-0,629	0,849	-1,566	0,797	-0,336	0,456	0,596	-1,013	0,392	-0,709
22	4167	2,460	-2,467	6,682	0,512	-0,678	0,416	1,344	-3,743	-2,942	-1,184	2,690	-4,403
23	4167	2,715	-3,244	6,550	0,752	-0,271	0,300	1,932	-4,134	-3,473	-2,329	-2,789	-4,087
24	4210	0,806	0,637	0,211	-1,941	-0,215	1,240	1,169	0,074	0,539	0,643	-0,850	-1,347
25	4215	0,403	-0,390	0,159	-0,824	0,350	0,757	0,138	-0,112	-0,454	-0,855	0,397	0,003

...continua...

Apêndice 5, Cont.

Talhão	Produtividade	IENm	Índice (CND)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
26	4253	1,011	2,038	-0,914	-1,153	0,251	-1,008	-0,612	1,385	1,570	-0,006	1,973	0,216
27	4255	0,844	1,511	-1,112	-2,314	1,427	1,199	0,717	-0,177	-0,684	-0,065	0,074	0,010
28	4255	0,716	0,764	-0,255	0,413	-1,521	1,211	-0,309	0,453	1,276	0,398	-0,944	0,332
29	4256	1,085	-1,299	-1,402	-0,084	0,331	0,546	1,898	-2,066	-1,526	0,704	-0,137	-1,937
30	4260	0,463	0,789	0,028	-0,413	0,503	0,577	-0,570	0,176	-0,125	-1,116	0,277	0,515
31	4260	0,905	0,373	0,212	-0,010	0,059	0,726	-2,395	1,189	1,583	0,675	0,556	2,182
32	4281	0,713	-0,941	0,440	-0,457	-1,166	0,911	0,359	1,446	0,737	-0,389	-0,795	0,205
33	4303	0,905	0,314	2,324	-0,419	-2,415	-0,795	0,226	0,467	0,107	-1,134	1,339	0,417
34	4317	1,698	-1,087	2,631	0,529	0,578	-3,608	2,049	-1,362	-1,474	2,322	-2,128	-0,909
35	4318	1,042	0,454	1,187	-1,844	0,936	-0,673	0,676	-1,630	-1,418	0,986	1,119	-0,534
36	4323	0,734	0,810	-0,138	-0,232	1,425	1,337	-1,065	0,019	0,132	-0,991	-0,824	1,103
37	4335	0,496	0,081	0,080	0,240	-0,336	1,273	-0,838	-0,501	-0,516	-0,859	0,581	0,154
38	4350	1,064	-1,757	1,914	-0,985	0,116	0,992	1,305	-0,915	-0,736	0,459	-2,203	-0,322
39	4354	0,743	-0,144	1,248	-0,488	-0,821	0,185	-0,494	1,428	2,254	-0,194	-0,504	0,410
40	4376	0,929	-1,211	0,396	-0,082	-1,481	1,389	1,430	0,517	-0,458	-0,850	-1,628	-0,777
41	4398	0,603	-0,670	-0,477	0,967	0,010	-0,095	-0,626	0,582	1,171	1,073	-0,726	-0,240
42	4406	0,664	-0,751	-0,214	0,906	-0,047	-0,145	-0,661	0,724	0,932	0,843	-0,889	1,187
43	4415	0,589	-0,628	-0,395	-1,473	0,399	1,311	-0,156	0,138	0,199	0,645	0,444	0,693
44	4425	0,805	-0,342	-0,340	1,055	0,136	-0,368	-0,419	0,961	1,553	-0,503	-1,374	1,801
45	4446	1,165	-1,574	-1,093	0,087	0,056	1,009	1,691	-1,345	-0,700	1,782	-1,751	-1,725
46	4464	0,422	1,176	-0,309	0,125	-0,135	0,556	-0,460	0,286	-0,007	-1,162	0,194	0,234
47	4469	0,614	-0,043	0,287	1,306	-0,550	-0,894	-0,969	0,945	0,936	0,029	0,242	-0,556
48	4505	1,125	-0,211	0,724	0,343	-1,764	-0,992	0,924	2,901	1,274	-1,881	-0,858	0,504
49	4552	0,381	-0,458	-0,440	-0,819	-0,128	0,530	0,143	0,022	-0,159	0,566	0,821	-0,103
50	4575	0,837	-1,230	0,501	2,111	0,150	-0,605	-1,331	-0,704	-0,929	1,319	-0,118	-0,208
51	4579	0,795	0,059	0,196	1,930	0,681	-0,536	-0,804	-0,778	-1,006	0,113	-0,221	-2,418
52	4580	0,716	-0,903	0,365	0,707	0,563	-0,493	-1,110	-0,467	-0,903	1,452	0,441	0,475

...continua...

Apêndice 5, Cont.

Talhão	Produtividade	IENm	Índice (CND)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
53	4608	0,864	0,121	-1,651	0,644	1,260	-0,209	-1,166	-0,715	-1,151	0,940	1,623	-0,024
54	4617	0,740	1,249	-0,216	-1,360	-1,171	-0,432	1,428	0,540	1,126	0,342	0,121	-0,159
55	4630	0,963	-0,521	0,354	1,167	0,058	-0,937	0,865	-2,183	-2,125	-1,049	0,503	-0,835
56	4653	0,896	1,614	-1,649	0,884	0,535	-0,458	-1,095	0,499	0,319	-1,055	1,490	-0,258
57	4664	0,746	0,150	0,593	1,100	0,521	-1,561	-0,371	-0,418	-0,586	0,330	0,541	-2,037
58	4734	0,577	-0,415	-0,890	0,683	-0,942	0,508	0,274	-0,462	-0,266	0,345	-0,261	1,303
59	4746	0,636	-0,695	0,761	0,784	0,949	-0,394	-0,394	0,111	-0,101	-2,062	0,002	-0,745
60	4756	0,579	-0,841	-0,252	-0,304	-0,368	0,889	0,373	-0,466	-0,228	-1,329	0,899	-0,415
61	4797	0,761	0,463	-0,441	-1,466	2,767	-0,423	-0,535	0,006	0,329	0,563	0,258	1,125
62	4808	0,889	1,904	-0,958	-0,725	-0,797	-1,003	0,329	0,183	0,316	0,459	1,390	1,711
63	4827	0,493	0,361	1,173	-0,272	-1,291	-0,114	0,680	-0,282	-0,430	-0,435	0,063	-0,322
64	4869	0,623	1,976	-1,085	-0,214	0,936	0,047	-0,170	-0,166	-0,474	-1,078	0,536	-0,175
65	5133	0,481	-0,486	-1,182	-0,867	0,288	0,547	1,181	-0,121	0,188	-0,188	-0,125	0,123

¹Calculado conforme Wadt (1996). ²Calculado conforme Khiari et al. (2001) com média geométrica dos constituinte da matéria seca (G), expressa em mg kg⁻¹, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1 10⁶ mg kg⁻¹ menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados.

Apêndice 6. Potência de resposta à adubação¹ (PRA), determinado pelo método CND², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005

Potencial de resposta à adubação											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	p	n	z	z	z	z	z	z	z	z	z
2	z	n	z	z	z	z	pz	z	pz	z	p
3	z	pz	p	nz	n	z	z	z	z	pz	z
4	z	z	z	p	z	nz	nz	z	pz	z	n
5	n	z	pz	p	nz	nz	z	z	z	z	z
6	z	z	p	z	z	z	n	nz	z	z	nz
7	z	n	z	z	z	z	z	z	pz	p	z
8	pz	n	z	z	z	z	pz	z	p	z	z
9	n	z	p	pz	z	z	nz	nz	z	z	nz
10	z	z	z	p	z	n	z	z	pz	z	pz
11	z	nz	z	nz	z	z	p	pz	pz	n	z
12	z	n	z	p	z	nz	pz	pz	z	z	pz
13	nz	z	p	z	n	z	nz	nz	z	pz	z
14	z	n	z	z	pz	z	pz	p	z	nz	pz
15	pz	n	z	p	nz	z	z	z	z	pz	nz
16	n	z	pz	z	z	z	z	nz	z	p	nz
17	z	z	z	p	z	nz	nz	z	z	z	n
18	nz	z	p	pz	nz	z	z	z	n	z	z
19	z	z	z	p	z	z	nz	nz	z	pz	n
20	nz	z	n	p	nz	z	z	z	z	z	pz
21	n	z	nz	p	nz	z	z	z	pz	z	z
22	z	n	z	z	z	z	pz	pz	z	pz	p
23	pz	n	z	z	z	z	p	pz	z	pz	pz
24	z	z	p	z	n	nz	z	z	z	pz	pz
25	z	z	pz	z	n	z	z	pz	p	z	z

...continua...

Apêndice 6, Cont.

Potencial de resposta à adubação												
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	
26	n	z	p	z	z	z	nz	nz	z	nz	z	
27	n	pz	p	nz	nz	z	z	z	z	z	z	
28	nz	z	z	p	nz	z	z	n	z	pz	z	
29	pz	pz	z	z	z	n	p	pz	z	z	pz	
30	n	z	z	nz	nz	pz	z	z	p	z	nz	
31	z	z	z	z	z	p	nz	nz	z	z	n	
32	pz	z	z	p	nz	z	n	nz	z	pz	z	
33	z	n	z	p	z	z	z	z	pz	nz	z	
34	z	n	z	z	p	nz	z	z	nz	pz	z	
35	z	n	p	z	z	z	pz	pz	z	nz	z	
36	nz	z	z	n	nz	p	z	z	pz	pz	nz	
37	z	z	z	z	n	pz	z	z	p	nz	z	
38	pz	n	z	z	z	nz	z	z	z	p	z	
39	z	nz	pz	z	z	z	nz	n	z	z	z	
40	pz	z	z	pz	nz	n	z	z	z	p	z	
41	pz	z	nz	z	z	pz	z	n	nz	p	z	
42	pz	z	nz	z	z	z	nz	nz	nz	p	n	
43	pz	z	p	z	n	z	z	z	nz	z	nz	
44	z	z	nz	z	z	z	nz	nz	z	p	n	
45	pz	z	z	z	z	nz	pz	z	n	p	pz	
46	n	z	z	z	nz	pz	z	z	p	z	z	
47	z	z	n	z	pz	p	nz	nz	z	z	z	
48	z	z	z	pz	z	z	n	nz	p	z	z	
49	pz	pz	p	z	nz	z	z	z	nz	n	z	
50	pz	z	n	z	z	p	z	pz	nz	z	z	
51	z	z	n	z	z	pz	z	pz	z	z	p	

...continua...

Apêndice 6, Cont.

Potencial de resposta à adubação											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
52	pz	z	z	z	z	p	z	pz	n	z	z
53	z	p	z	nz	z	pz	z	pz	nz	n	z
54	nz	z	p	pz	z	n	z	nz	z	z	z
55	z	z	n	z	z	z	p	pz	pz	z	z
56	n	p	z	z	z	pz	z	z	pz	nz	z
57	z	z	n	z	pz	z	z	z	z	z	p
58	z	pz	nz	p	z	z	z	z	z	z	n
59	pz	nz	nz	n	z	z	z	z	p	z	pz
60	pz	z	z	z	nz	z	z	z	p	n	z
61	z	z	p	n	z	z	z	z	z	z	nz
62	n	pz	z	z	p	z	z	z	z	nz	nz
63	z	n	z	p	z	nz	z	z	z	z	z
64	n	p	z	nz	z	z	z	z	pz	z	z
65	z	p	pz	z	nz	n	z	z	z	z	z

¹z=nula; p=positiva, com alta probabilidade; pz=positiva, com baixa probabilidade; n=negativa, com alta probabilidade; nz=negativa, com baixa probabilidade, conforme Wadt (1996). ²Calculado conforme Khiari et al. (2001) com média geométrica dos constituinte da matéria seca (G), expressa em mg.kg⁻¹, utilizando um valor de complemento (R) igual a $1 \cdot 10^6$ mg kg⁻¹ menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados.

Apêndice 7. Estado nutricional¹ (EN), determinado pelo método CND², em talhões de algodão, subpopulação de alta e baixa produtividade, na região oeste do estado da Bahia, a partir de amostras coletadas na safra 2004/2005

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
1	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
2	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LF	NL	LF
3	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL
4	NL	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	LF	NL	LE
5	LE	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	NL
6	NL	NL	LF	NL	NL	NL	LE	LE	NL	NL	LE
7	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LF	NL
8	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LF	NL	NL
9	LE	NL	LF	LF	NL	NL	LE	LE	NL	NL	LE
10	NL	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF
11	NL	LE	NL	LE	NL	NL	LF	LF	LF	LE	NL
12	NL	LE	NL	LF	NL	LE	LF	LF	NL	NL	LF
13	LE	NL	LF	NL	LE	NL	LE	LE	NL	LF	NL
14	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	LF	NL	NL	LF
15	LF	LE	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LE
16	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LE	NL	LF	LE
17	NL	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LE
18	LE	NL	LF	LF	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL
19	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LE	LE	NL	LF	LE
20	LE	NL	LE	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	LF
21	LE	NL	LE	LF	LE	NL	NL	NL	LF	NL	NL
22	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LF	NL	LF	LF
23	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LF	NL	LF	LF
24	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	LF
25	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	LF	LF	NL	NL

...continua...

Apêndice 7, Cont.

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
26	LE	NL	LF	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LE	NL
27	LE	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL
28	LE	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	NL	LF	NL
29	LF	LF	NL	NL	NL	LE	LF	LF	NL	NL	LF
30	LE	NL	NL	LE	LE	LF	NL	NL	LF	NL	LE
31	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LE	LE	NL	NL	LE
32	LF	NL	NL	LF	LE	NL	LE	LE	NL	LF	NL
33	NL	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL
34	NL	LE	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	LF	NL
35	NL	LE	LF	NL	NL	NL	LF	LF	NL	LE	NL
36	LE	NL	NL	LE	LE	LF	NL	NL	LF	LF	LE
37	NL	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL	LF	LE	NL
38	LF	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	NL
39	NL	LE	LF	NL	NL	NL	LE	LE	NL	NL	NL
40	LF	NL	NL	LF	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
41	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LE	LE	LF	NL
42	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LE	LE	LE	LF	LE
43	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LE	NL	LE
44	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LF	LE
45	LF	NL	NL	NL	NL	LE	LF	NL	LE	LF	LF
46	LE	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL	LF	NL	NL
47	NL	NL	LE	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL
48	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LE	LE	LF	NL	NL
49	LF	LF	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LE	LE	NL
50	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	LE	NL	NL
51	NL	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	NL	NL	LF

...continua...

Apêndice 7, Cont.

Estado nutricional (EN)											
Talhão	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
52	LF	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LF	LE	NL	NL
53	NL	LF	NL	LE	NL	LF	NL	LF	LE	LE	NL
54	LE	NL	LF	LF	NL	LE	NL	LE	NL	NL	NL
55	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LF	LF	NL	NL
56	LE	LF	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LF	LE	NL
57	NL	NL	LE	NL	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LF
58	NL	LF	LE	LF	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LE
59	LF	LE	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LF
60	LF	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	NL
61	NL	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LE
62	LE	NL	NL	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LE	LE
63	NL	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL
64	LE	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	NL	NL
65	NL	LF	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	NL	NL

¹NL= não limitante, LF= limitante por falta, LE= limitante por excesso, conforme Silva (2001). ²Calculado conforme Khiari et al. (2001) com média geométrica dos constituinte da matéria seca (G), expressa em mg kg⁻¹, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1 10⁶ mg kg⁻¹ menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados.