

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA SOJA PELOS MÉTODOS DRIS E CND

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional de espécies vegetais baseada em sua composição mineral, expressa como teores ou valores relativos (quocientes, proporções) tem sido amplamente utilizada e discutida. No entanto, ainda não há consenso quanto à melhor forma de expressão para uma condição ótima ou desejável, em relação à qual se possa proceder o diagnóstico nutricional.

Diversos estudos têm demonstrado a natureza dinâmica da composição de nutrientes no tecido vegetal, em função de fatores como idade da planta (Beverly, 1993), condições climáticas (Walworth e Sumner, 1987) e de solo (Muniz, 1982). Além disso, variações no teor de um nutriente podem influenciar não somente o teor de outro nutriente no tecido vegetal, mas também o valor crítico deste (Bates, 1971; Bailey *et al.*, 1997). Por esta razão, a pressuposição da necessidade de uma combinação específica de teores de nutrientes para a obtenção de elevadas produtividades tem sido considerada por métodos como o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) (Wadt, 1996; Wadt *et al.*, 1999; Silva, 2001; Reis Jr e Monnerat, 2003; Kurihara, 2004) e Diagnóstico da Composição Nutricional (CND) (Silva, 2001; Khiari *et al.*, 2001b,c; Kurihara, 2004).

O DRIS propõe que o estado de equilíbrio nutricional seja avaliado na forma de relações duais entre os teores de nutrientes, enquanto o CND considera as interações múltiplas que ocorrem entre todos os nutrientes sob diagnóstico, incluindo elementos não avaliados analiticamente, como forma de expressão para uma condição de equilíbrio.

A compreensão dos princípios considerados por diferentes métodos de diagnóstico, bem como a comparação de seus resultados, é importante para a utilização criteriosa destas ferramentas de análise.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar os diagnósticos do estado nutricional de um conjunto de lavouras comerciais de soja, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, determinados pelos métodos DRIS e CND.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils (1973), propõe que o estado de suficiência de um nutriente no tecido vegetal seja diagnosticado com base em sua abundância relativa a outros nutrientes (Bailey *et al.*, 1997). Supõe que máxima produtividade seja possível somente quando os valores de relações entre teores de nutrientes atinjam valores ótimos, também denominados normas ou valores de referência, correspondentes aos valores médios de relações entre os teores de nutrientes dois a dois (relações duais) (como: N/P, N/K, ...N/Zn) em uma população de plantas de alta produtividade ou desejável sob outros aspectos (Jones, 1981).

Uma vez que os valores ótimos dos fatores de produção são continuamente alterados em função de interações entre estes, o monitoramento de lavouras comerciais, por meio de abordagem observacional, ou seja, sem a instalação de experimentos controlados, tem sido amplamente adotado para determinação de normas para o DRIS (Walworth e Sumner, 1987). Esta abordagem presume que diversos locais componentes do sistema sejam considerados análogos às repetições em experimentos tradicionais, ilimitados em número e localizados ao acaso, com o objetivo de se obter informações representativas da variação dos fatores de crescimento e de produção vegetal (Bailey *et al.*, 1997).

Determinadas as normas, calculam-se os desvios, em unidades de desvio padrão, com que os quocientes entre os teores de nutrientes (relações duais) em uma amostra, se afastam dos quocientes ótimos ou normas estabelecidos (Jones, 1981). A média aritmética de todos os desvios padronizados dos quocientes contendo um dado nutriente em relação às normas, corresponde ao índice DRIS do nutriente. Portanto, em amostras de tecidos vegetais em que os quocientes estão presentes em valores similares aos estabelecidos como normas, o índice DRIS para cada nutriente se aproxima de zero (Dara *et al.*, 1992).

De acordo com Walworth e Sumner (1987), Beaufils (1971) sugeriu que a composição desejada não devesse ser considerada como um único ponto inflexível,

mas uma faixa de valores compreendida entre o valor médio $\pm 2/3$ desvios padrão da forma de expressão na população de alta produtividade ($a/b \pm 2/3 s$), levando em consideração, portanto, a variabilidade da subpopulação de referência. Assim, um desvio superior a $\pm 2/3$ desvio padrão até $\pm 4/3$ desvio padrão seria considerado um desequilíbrio moderado, e um desvio superior a $\pm 4/3$ desvio padrão seria considerado um desequilíbrio acentuado.

No entanto, segundo Savoy Jr. e Robinson (1990), o objetivo de se considerar o valor médio da forma de expressão entre teores de nutrientes na população de referência (a/b) como um único ponto de equilíbrio, como foi proposto por Beaufilet (1973), foi demonstrar o relacionamento entre produtividade e índices DRIS. O cálculo dos índices DRIS sem considerar uma faixa de equilíbrio, também chamada faixa normal, conduziu às observações de Hallmark *et al.* (1987) e Beverly (1993) de que o DRIS era propenso a diagnosticar incorretamente muitas deficiências e raramente diagnosticar um estado de equilíbrio nutricional.

Para o diagnóstico nutricional em cana-de-açúcar, Elwali e Gascho (1984) e Elwali *et al.* (1985) propuseram o uso de uma faixa de equilíbrio de amplitude $\pm 1,0$ desvio padrão em relação ao valor médio do quociente na população de referência ($a/b \pm 1,0 s$).

Avaliando o efeito da amplitude da faixa de equilíbrio sobre o diagnóstico de fósforo e potássio em trevo branco, Savoy Jr. e Robinson (1990) verificaram maior precisão dos diagnósticos quando se utilizou uma faixa de equilíbrio mais ampla ($16/3 s$) em locais onde o suprimento do nutriente no solo foi considerado suficiente e mais estreita ($8/3 s$), em locais onde o suprimento de nutrientes no solo foi considerado insuficiente.

Considerando raciocínio semelhante ao de Savoy Jr. e Robinson (1990), Wadt *et al.* (1995), propuseram a variação da amplitude da faixa de equilíbrio em função da expectativa de resposta de eucalipto à adição de fertilizantes, definida pela produtividade do sítio florestal e do acúmulo de nutrientes na biomassa.

De acordo com estas propostas, sempre que o valor do quociente entre teores de nutrientes estivesse localizado no intervalo definido pela faixa de equilíbrio, o valor do desvio em relação à norma seria considerado nulo.

Essencialmente, o índice DRIS de um nutriente é a média dos desvios padronizados dos quocientes contendo um dado nutriente (A/B, A/C, ..., Z/A) em relação aos seus respectivos valores ótimos ou normas (a/b, a/c, ..., z/a) (Bailey *et al.*, 1997). Beverly (1987a) e Beverly (1987b), afirmaram que assimetrias nas distribuições dos quocientes poderiam resultar em diferenças nos valores dos índices DRIS quando calculados com relações diretas (em que o nutriente estudado é representado no numerador) ou inversas (em que o nutriente estudado é representado no denominador). Como tal fato ocorre freqüentemente, e com intuito de atenuar o efeito da falta de simetria, Alvarez V. e Leite (1999) recomendaram o uso do valor médio das relações diretas e inversas, para o cálculo dos índices DRIS: $I_A = [Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)] / 2(n-1)$, sendo I_A = índices DRIS do nutriente A; $Z(A/B)$, ..., $Z(A/N)$ = desvios padronizados das relações diretas de um nutriente, em relação às respectivas normas; $Z(B/A)$, ..., $Z(N/A)$ = desvios padronizados, das relações inversas de um nutriente, em relação às respectivas normas; n = número de nutrientes envolvidos na análise.

De acordo com Beverly *et al.* (1986), os índices DRIS devem ser interpretados como representativos de insuficiência ou excesso relativo, ao invés de deficiência ou toxicidade. Beaufils (1973), considerou que quanto mais negativo fosse o valor de um índice, maior seria o requerimento relativo deste nutriente e vice-versa.

A ordem de requerimento em termos de importância da limitação na produtividade, indicada pelo valor do índice DRIS, por exemplo $K = P > N$, não indica necessariamente que K e P estão deficientes e N em excesso. Sem informações sobre as condições de outros fatores de crescimento, não é possível determinar se K e P, que foram diagnosticados como mais limitantes que N estão de fato, determinando a produtividade. Portanto, a consideração de um maior número de nutrientes no diagnóstico melhora a segurança de que aqueles nutrientes em pequeno suprimento relativo podem estar determinando a produtividade, caso a nutrição esteja entre os fatores mais limitantes do crescimento (Walworth e Sumner, 1987).

O teor de um nutriente expressa o quociente entre a massa do nutriente e a massa seca. Isto também implica em dificuldade de interpretação, uma vez que um alto teor de um nutriente pode ser resultante de uma grande quantidade deste, ou um pequeno valor de massa seca, podendo ser interpretada tanto como uma limitação ao

acúmulo de massa seca quanto como uma absorção excessiva do nutriente. Como a planta é um sistema dinâmico, não há um ponto de referência ao qual se possa referir de maneira irrestrita (Walworth e Sumner, 1987).

Além disso, os índices DRIS obtidos não fornecem uma indicação direta da natureza e quantidade de um elemento específico que deve ser adicionado ao solo, uma vez que a resposta da planta é uma função de propriedades do solo e da resposta do solo aos tratamentos (Sumner, 1977).

Uma medida do equilíbrio nutricional em uma planta pode ser indicada pela soma dos valores absolutos dos índices dos nutrientes (Sumner, 1977): $IEN = | I_A | + | I_B | + \dots + | I_Z |$, sendo IEN = índice de equilíbrio nutricional; $I_A \dots I_Z$ = índices DRIS dos nutrientes A a Z. Este mesmo autor observou que alta produtividade em lavouras de milho estavam associadas a baixos valores de IEN (indicando ausência de limitação nutricional), e baixas produtividades, associadas a valores altos (indicando limitações de ordem nutricional) ou baixos de IEN (indicando limitações de ordem não nutricional).

Com o intuito de quantificar o desequilíbrio médio atribuído a todos os nutrientes avaliados, Wadt (1996) propôs o cálculo do índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) : $IENm = IEN / n$, sendo n = número de nutrientes avaliados.

A comparação do valor do índice DRIS de cada nutriente com o índice de equilíbrio nutricional médio (IENm) como forma de verificar se o desequilíbrio atribuído a um dado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio médio atribuído a todos os nutrientes foi utilizada por Wadt *et al.* (1999) para a diagnose nutricional de eucalipto. Seguindo este critério, cada nutriente avaliado é classificado segundo o seu potencial de resposta à adubação (PRA), em resposta positiva e de alta probabilidade (p), resposta positiva e de baixa probabilidade (pz), resposta nula (z), resposta negativa e de baixa probabilidade (nz) e resposta negativa e de alta probabilidade (n), e a recomendação de adubação é feita para o nutriente cuja probabilidade de resposta é considerada elevada e positiva (benéfica).

Posteriormente, Silva (2001) propôs a síntese das cinco classes de probabilidade de resposta à adubação, em três classes de estado nutricional, agrupando-se as duas primeiras (p e pz) e as duas últimas (nz e n) classes de potencial de resposta à adubação, em classes de estado nutricional, ou seja, limitante

por falta (LF) e limitante por excesso (LE), respectivamente. Conseqüentemente, a resposta nula (z), originou a classe não-limitante (NL).

O uso de relações entre teores de nutrientes para diagnosticar desequilíbrios nutricionais sugerido por Beaufils (1973), baseado no conceito de que estas relações são menos influenciadas pela idade da planta, estimulou o uso de normas para diagnosticar plantas ou lavouras independentemente da idade do tecido amostrado (Beaufils, 1973; Sumner, 1977). Entretanto, avaliando o efeito da idade sobre diferentes formas de expressão da composição nutricional de folhas de pessegueiro, Sumner (1985), citado por Walworth e Sumner (1987), assim como Hallmark *et al.* (1988) e Beverly (1993), avaliando a precisão do diagnóstico nutricional em soja pelo método DRIS, sugeriram que a amostragem de tecido vegetal deva ser realizada no mesmo estágio de desenvolvimento das plantas utilizadas para gerar as normas.

Ainda atribuindo um caráter de universalidade às normas DRIS, Sumner (1981), partindo do pressuposto de que a composição nutricional de plantas altamente produtivas é aproximadamente idêntica independentemente de sua origem geográfica, propôs que o diagnóstico nutricional de uma espécie vegetal fosse realizada empregando normas DRIS estabelecidas a partir de uma grande população de observações aleatoriamente distribuídas em diferentes países. Entretanto, ao comparar normas estabelecidas para milho em três regiões dos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, África do Sul e Havaí, e normas estabelecidas para soja e alfafa, cultivadas nas regiões centro-oeste e sudeste dos EUA, Walworth e Sumner (1987) observaram menores teores de Ca e Mg em tecidos vegetais de plantas cultivadas em solos mais intemperizados, com menor capacidade de troca catiônica. Semelhantemente, Beverly *et al.* (1986) e Dara *et al.* (1992), observaram maior eficácia na avaliação nutricional de soja, quando se utilizaram normas nutricionais definidas ao nível local, em relação ao uso de normas definidas a partir de um amplo banco de dados. Kurihara (2004), observou que o diagnóstico do estado nutricional de N, P e S em plantas de soja em solos muito argilosos é influenciado pela adoção de normas gerais ou específicas para a classe textural ou para o fator capacidade tampão de P do solo, resultados concordantes com a observação de Fabres *et al.* (1987), de que as concentrações críticas de fósforo no tecido vegetal variam inversamente com a capacidade-tampão de P dos solos.

Portanto, o banco de dados em que as formas de expressão de nutrientes estão baseadas deve representar as condições para as quais o sistema deseja ser aplicado (Walworth e Sumner, 1987).

A validação das normas DRIS, determinadas por meio de um número finito de dados de campo tem sido realizada verificando-se a concordância entre o diagnóstico de desequilíbrio nutricional e a resposta da planta à aplicação de nutrientes em experimentos controlados de adubação (Sumner, 1977; Walworth e Sumner, 1987; Beverly e Hallmark, 1992; Reis Jr. e Monnerat, 2003).

A “lei do mínimo” de Liebig subentende que respostas positivas da produção devam ocorrer preferencialmente para o nutriente mais deficiente, ou seja, um nutriente somente estaria limitando a produção de massa seca quando o índice DRIS fosse mais negativo que os índices dos outros nutrientes. Na prática, entretanto, respostas em produtividade podem ser freqüentemente obtidas a nutrientes individuais mesmo quando outros fatores (nutricionais ou ambientais) apresentam-se mais limitantes ao crescimento vegetal (Wallace, 1989).

Respostas em produtividade de centeio à aplicação adicional de N mesmo quando os índices de K foram consideravelmente mais negativos que os índices de N, foram observadas por Bailey et al. (1997). Segundo estes autores, respostas em produtividade a fatores de crescimento não-limitantes assim como a fatores limitantes podem ocorrer possivelmente devido a interações entre nutrientes, podendo a adição de um nutriente não-limitante do crescimento melhorar a disponibilidade ou a taxa de absorção de um outro nutriente limitante do crescimento.

Adicionalmente, avaliando a acurácia do diagnóstico fornecido pelo método DRIS em soja a partir de resultados de um experimento fatorial $2 \times 2 \times 2$ (N x P x K), Beverly (1993) observou aumentos de produtividade em resposta aos três nutrientes aplicados independentemente, contrariando a expectativa de que somente um nutriente limitasse a produção a cada vez, indicando possível presença de interações positivas entre os nutrientes.

De acordo com Sumner e Farina (1986), o modelo de Mitscherlich de respostas decrescentes é concordante com a possibilidade de se observar incrementos de produtividade em resposta a um fator de crescimento, mesmo que este não represente a maior limitação à produção. Em tais situações, os fatores limitantes de crescimento são classificados como fatores do tipo Mitscherlich

(nenhum dos quais é considerado particularmente severo), e respostas de produção obtidas pela sua correção são chamadas respostas Mitscherlich (Wallace, 1989).

Entretanto, situações podem acontecer, em que um fator é tão severamente limitante que respostas de crescimento a outros fatores menos limitantes não podem ser obtidas até que a mais severa limitação tenha sido corrigida. Nestas situações, o fator severamente limitante seria classificado como um fator do tipo Liebig (Wallace, 1989).

Por outro lado, avaliando a exatidão de diagnósticos DRIS em trevo branco em experimentos de adubação com P e K, Savoy Jr. e Robinson (1990) observaram que a amplitude da faixa de suficiência para os índices DRIS foi variável de acordo com a disponibilidade do nutriente no solo. Este resultado sugere que índices negativos nem sempre indicam deficiência nutricional.

Tais complexidades devem ser consideradas, portanto, quando se testa ou valida diagnósticos DRIS com base em respostas de produtividade ao fornecimento de nutrientes específicos (Bailey *et al.*, 1997).

2.2 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

A diagnose da composição nutricional (CND), proposta por Parent e Dafir (1992), 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 constituintes, incluindo elementos não avaliados analiticamente.

Sendo assim, as interações entre os nutrientes são avaliadas na forma de variáveis multinutrientes (V) (Parent *et al.*, 1995), em que o teor de cada nutriente é expresso em relação à média geométrica da composição nutricional (G): $V_A = \ln (A/G)$, $V_B = \ln (B/G)$, ..., $V_C = \ln (C/G)$, sendo, V_A, V_B, \dots, V_C = variáveis multinutrientes para os nutrientes A, B, ..., C. Sendo A, B, ..., C = teores dos nutrientes avaliados (mg/kg); $G = (A \times B \times \dots \times C \times R)^{1/(n+1)}$; $R = 1 \times 10^6 - (A + B + \dots + C)$; n = número de nutrientes avaliados (adaptado de Khiari *et al.*, 2001b,c).

Uma vez que o estado de equilíbrio nutricional é ótimo para as plantas mais produtivas, normas nutricionais CND correspondem à média aritmética e desvio

padrão das variáveis multinutrientes na subpopulação de alta produtividade (Parent e Dafir, 1992; Khiari *et al.*, 2001b,c).

O índice CND representa a diferença entre o valor de uma variável multinutriente em uma amostra e o valor médio da mesma variável na subpopulação de referência, em unidades de desvio padrão (Khiari *et al.*, 2001b,c): $I_A = (V_A - V_A^*) / s_A$, sendo I_A = índice CND para o nutriente A; V_A = variável multinutriente para o nutriente A, na amostra; V_A^* = valor médio da variável multinutriente para o nutriente A, na subpopulação de referência; s_A = desvio padrão da variável multinutriente para o nutriente A, na subpopulação de referência.

A proposta inicial de Parent e Dafir (1992) para interpretação dos valores dos índices CND, comparando-se o valor de G e o teor do nutriente sob diagnose com suas respectivas normas ocasionou muitas situações de indefinição no diagnóstico nutricional. Trabalhos posteriores utilizaram outras técnicas de análise multivariada, como a análise de componentes principais para a definição dos conjuntos de nutrientes responsáveis pela maior variabilidade de produtividade (Parent *et al.*, 1993; Parent *et al.*, 1994; Raghupathi e Bhargava, 1998; Raghupathi *et al.*, 2002).

Visando a obtenção do diagnóstico nutricional de milho doce e batata pelo método CND, Khiari *et al.* (2001b) e Khiari *et al.* (2001c) respectivamente, estabeleceram faixas de equilíbrio para os índices CND, com amplitudes variáveis entre nutrientes.

Por outro lado, o conceito de potencial de resposta à adubação (PRA) proposto por Wadt (1996) com a finalidade de identificar fatores nutricionais limitantes pelo método DRIS, foi utilizado por Silva (2001) para a diagnose nutricional de eucalipto pelo método CND, que propôs a síntese das cinco classes de probabilidade de resposta à adubação em três classes de estado nutricional: limitante por falta (LF), não limitante (NL) e limitante por excesso (LE).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparo de tecido foliar e grãos

Foram efetuadas amostragens em 27 lavouras comerciais de soja, cultivadas no sistema plantio direto, no ano agrícola 2001/2002, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. Em cada lavoura, procedeu-se à demarcação de uma área representativa com cerca de 2.500 m² (50 x 50 m), onde foram efetuadas as coletas de amostras do terceiro trifólio com pecíolo do ápice para a base na haste principal, em 30 plantas, no estágio de desenvolvimento R2 (Hanway *et al.*, 1977), constituindo uma amostra composta. No estágio R8 (Hanway *et al.*, 1977), a produtividade de grãos foi determinada a partir da amostragem de três linhas de cultivo, com 2 m de comprimento cada, em quatro locais escolhidos aleatoriamente na área demarcada. Após a secagem ao ar livre e trilhagem do material coletado, efetuou-se a determinação do teor de umidade e da massa de grãos. O valor determinado para a produtividade de grãos foi corrigido para umidade de 13%.

3.2 Formação do banco de dados

Constituíram o banco de dados, além das 27 amostras já mencionadas, 84 amostras coletadas por Maeda (2002) no ano agrícola 2000/2001 no estágio de desenvolvimento R1, em lavouras comerciais cultivadas no sistema plantio direto, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. As análises químicas de ambos conjuntos de amostras de tecido foliar seguiram os procedimentos indicados por Malavolta *et al.* (1997). Dentre o conjunto de amostras constituintes do banco de dados definiu-se como subpopulação de alta produtividade aquelas amostras cujo rendimento de grãos foi superior à média + 0,5 desvio-padrão (4.399 kg/ha).

3.3 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

A verificação da hipótese de normalidade da distribuição de freqüências dos quocientes e dos quocientes transformados por função logarítmica neperiana na subpopulação de referência foi realizada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Campos, 1983), a 5% de probabilidade.

A média aritmética e o desvio padrão de todos os quocientes (relações diretas e inversas) entre os teores de nutrientes, de acordo com Alvarez V. e Leite (1999), transformados por função logarítmica neperiana na população de alta produtividade (a/b , a/c , a/n , ..., b/a , c/a , n/a), constituíram as normas ou valores padrão, em função das quais se procedeu à avaliação do estado nutricional pelo método DRIS.

O desvio do logaritmo neperiano do quociente em uma amostra, em relação ao valor médio do logaritmo neperiano do mesmo quociente na população de alta produtividade, foi então determinado de acordo com Jones (1981), em unidades de desvio padrão, utilizando-se um fator de ajuste (c) = 1, conforme sugerido por Wadt *et al.* (1998a):

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

sendo

A/B = logaritmo neperiano do quociente entre os teores dos nutrientes A e B, em uma amostra que se deseja avaliar;

a/b = valor médio do logaritmo neperiano dos quocientes entre os teores dos nutrientes A e B na população de referência;

$c = 1$ = fator de ajuste;

s = desvio padrão do logaritmo neperiano do quociente A/B na sub-população de referência;

A e B = concentração (mg/kg) dos nutrientes A e B quaisquer, sendo A e B nutrientes distintos entre si.

Os índices DRIS para cada nutriente consistiram da média aritmética das relações diretas (A/B) e inversas (B/A), transformadas em logaritmo neperiano e em variáveis normais reduzidas, de acordo com Alvarez V. e Leite (1999):

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

sendo

I_A = índice DRIS do nutriente A;

B, C, ..., N = nutrientes distintos do nutriente A;

$Z(A/B)$, ..., $Z(N/A)$ = relações diretas ($Z(A/B)$... $Z(A/N)$) e inversas ($Z(B/A)$... $Z(N/A)$), transformadas em logaritmo neperiano e em variáveis normais reduzidas;

n = número de nutrientes envolvidos na análise.

O somatório dos valores em módulo dos índices DRIS de todos os nutrientes, constituíram, conforme Sumner (1977), o índice de equilíbrio nutricional (IEN) da amostra sob diagnose:

$$IEN = |I_A| + |I_B| + |I_C| + \dots + |I_N|$$

O índice de equilíbrio nutricional médio foi obtido, de acordo com Wadt (1996), dividindo-se o valor do índice de equilíbrio nutricional (IEN) pelo número de nutrientes avaliados:

$$IENm = IEN / n$$

sendo

IENm = índice de equilíbrio nutricional médio;

IEN = índice de equilíbrio nutricional;

n = número de nutrientes avaliados.

A interpretação dos índices DRIS foi realizada classificando-se os nutrientes de acordo com o potencial de resposta à adubação (PRA), seguindo os critérios descritos no quadro 1, conforme (Wadt, 1996), sendo I_A o índice DRIS para o nutriente A.

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 limitante por falta (LF) ou por excesso (LE). A classe de resposta nula (z) foi denominada não limitante (NL), conforme Silva (2001).

Quadro 1. Critérios para determinação do potencial de resposta à adubação¹(PRA)

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

¹ Conforme Wadt (1996).

A validação estatística da diagnose pelo DRIS consistiu na verificação da 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, foi atribuída ao acaso. Para isto, utilizou-se o teste de qui-quadrado de ajustamento de acordo com Silva (2001), ao nível de 5% de probabilidade, com n-1 graus de liberdade (n = número de nutrientes analisados). Considerou-se como o limitante primário por deficiência, 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). Sendo verdadeira a hipótese considerada, as freqüências observadas para todos os nutrientes seriam estatisticamente iguais entre si.

As freqüências esperadas e observadas foram calculadas da seguinte forma:

$E = \text{freqüência esperada (\%)} = [(n^\circ \text{ total de talhões avaliados} / n^\circ \text{ de nutrientes avaliados}) / n^\circ \text{ total de talhões avaliados}] \times 100;$

e

$O = \text{freqüência observada (\%)} = (n^\circ \text{ de talhões em que o nutriente foi considerado como o limitante primário por deficiência} / n^\circ \text{ total de talhões avaliados}) \times 100.$

3.4 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

A verificação da hipótese de normalidade da distribuição de freqüências dos quocientes na subpopulação de referência foi realizada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Campos, 1983), a 5% de probabilidade.

As normas CND foram constituídas da média aritmética e o desvio padrão das variáveis multinutrientes na população de referência, conforme Khiari *et al.* (2001b,c).

As variáveis multinutrientes consistiram do logaritmo neperiano do quociente entre a concentração de cada nutriente e a média geométrica das concentrações dos constituintes da massa seca, e foram calculados da seguinte forma (adaptado de Khiari *et al.* (2001b,c)):

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

sendo

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

A, B, C = teores dos nutrientes avaliados (mg/kg);

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

n = número de nutrientes avaliados.

O cálculo dos índices CND, foi realizado de acordo com Khiari *et al.* (2001b,c) da seguinte forma:

$$I_A = (V_A - V_A^*) / s_A^*$$

sendo

I_A = índice CND do nutriente A;

V_A = variável multinutriente em um talhão que se deseja avaliar nutricionalmente;

V_A^* = valor médio da variável multinutriente, na sub-população de referência;

s_A = desvio-padrão da variável multinutriente, na sub-população de referência.

Os valores dos índices de equilíbrio nutricional (IEN) e índice de equilíbrio nutricional médio (IENm), a interpretação dos índices e a validação estatística da diagnose para as lavouras avaliadas pelo método CND foram determinados de modo análogo ao utilizado para as lavouras avaliadas pelo método DRIS.

3.5 Comparação entre os diagnósticos fornecidos pelos métodos DRIS e CND

Considerou-se a frequência de diagnósticos concordantes como o quociente, em porcentagem, entre o número de lavouras em que o diagnóstico foi idêntico por ambos os métodos empregados, e o número total de lavouras avaliadas.

Avaliou-se a frequência de diagnósticos concordantes do potencial de resposta à adubação (p, pz, z, nz, n), determinados pelos métodos DRIS e CND considerando-se os nutrientes isoladamente; considerando-se simultaneamente 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 e nenhum dos nutrientes avaliados; e apenas para os nutrientes limitante primário por deficiência (p) e por excesso (n). Avaliou-se também, a frequência de diagnósticos concordantes do estado nutricional (NL, LF, LE) determinados pelos métodos DRIS e CND, conforme Silva (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 111 talhões amostrados, 39 (35,1%) apresentaram produtividade superior a 4.399 kg/ha, constituindo a subpopulação de alta produtividade. Os 72 talhões restantes (64,9%), constituíram portanto, a subpopulação de baixa produtividade. Os valores correspondentes aos teores de nutrientes e produtividade média dos talhões nas subpopulações de alta e baixa produtividade encontram-se no quadro 2.

Quadro 2. Valores mínimos, máximos, médios e desvios padrão (s) para teores de nutrientes em folhas de soja, e produtividade, em amostras coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulações de alta e baixa produtividade¹

	Alta produtividade				Baixa Produtividade			
	Mínimo	Máximo	Média	s	Mínimo	Máximo	Média	s
	----- g/kg -----							
Nitrogênio	29,1	56,7	40,6	6,4	27,0	53,9	39,0	6,7
Fósforo	2,2	3,7	3,0	0,4	1,3	4,2	2,7	0,6
Potássio	13,0	29,0	23,1	3,8	12,0	34,5	22,1	4,5
Cálcio	7,8	18,0	11,6	2,7	4,4	17,8	10,7	2,3
Magnésio	1,8	5,0	3,2	1,0	1,7	6,0	3,6	1,0
Enxofre	1,3	4,3	2,3	0,6	1,4	3,5	2,4	0,4
	----- mg/kg -----							
Boro	26,9	61,0	42,7	7,9	23,8	59,7	42,6	7,3
Cobre	2,6	17,2	9,4	3,3	4,2	15,3	9,6	3,3
Ferro	32,0	164,9	90,1	24,8	30,9	240,8	78,9	31,2
Manganês	19,3	122,9	57,2	20,2	19,0	170,0	68,4	30,7
Zinco	29,0	122,0	56,8	20,9	21,0	174,0	49,9	24,0
	----- kg/ha -----							
Produtividade	4.410	5.583	4.701	290	2.363	4.393	3.750	499

¹ > e ≤ que média + 0,5 desvio padrão, com número de talhões de 39 e 72 para as subpopulações de alta e baixa produtividade, respectivamente.

A hipótese de normalidade da distribuição de freqüências foi aceita para 58,2% dos quocientes entre teores de nutrientes na subpopulação de alta produtividade. Por sua vez, a transformação logarítmica neperiana possibilitou a aceitação da hipótese

testada em 94,5% dos quocientes na subpopulação de alta produtividade, condição esta desejável para a correta utilização do método DRIS.

A transformação logarítmica dos valores dos quocientes sugerida por Beverly (1987a) como meio para corrigir desvios de simetria dos valores destes, possibilitaria, além da escolha de somente uma forma de expressão (quociente direto ou inverso) para a relação entre teores de dois nutrientes, o uso das relações duais de todo o banco de dados para o estabelecimento das normas DRIS.

Entretanto, o mesmo autor demonstrou que, apesar de as médias para os quocientes transformados por função logarítmica terem apresentado variação inferior a 5% para os percentis 50 e 99 em relação à média de todo o banco de dados, os valores de desvio padrão dos quocientes diminuíram à medida que se elevou a produtividade.

Adotou-se, portanto, os valores das relações duais transformadas por função logarítmica neperiana, na subpopulação de alta produtividade, para constituir as normas DRIS (média e desvio padrão), apresentadas no quadro 3.

Quadro 3. Média (\bar{y}) e desvio padrão (s) dos quocientes entre teores¹ de nutrientes em folhas de soja, transformadas por função logarítmica neperiana, em amostras coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de alta produtividade²

Variável	\bar{y}	s	p^3	Variável	\bar{y}	s	p^3
N/P	2,6127	0,1951	>0,15	S/B	3,9783	0,3646	>0,15
N/K	0,5651	0,2634	>0,15	S/Cu	5,5397	0,3742	0,118
N/Ca	1,2654	0,2830	>0,15	S/Fe	3,2541	0,4039	0,013
N/Mg	2,5768	0,4004	0,053	S/Mn	3,7273	0,3596	>0,15
N/S	2,8842	0,3209	>0,15	S/Zn	3,7397	0,3705	>0,15
N/B	6,8625	0,1628	>0,15	B/N	-6,8625	0,1628	>0,15
N/Cu	8,4239	0,4212	>0,15	B/P	-4,2497	0,1931	>0,15
N/Fe	6,1383	0,3207	>0,15	B/K	-6,2974	0,2798	0,036
N/Mn	6,6115	0,4152	>0,15	B/Ca	-5,5971	0,3242	>0,15
N/Zn	6,6239	0,4387	>0,15	B/Mg	-4,2856	0,4435	0,108
P/N	-2,6127	0,1951	>0,15	B/S	-3,9783	0,3646	>0,15
P/K	-2,0476	0,2033	0,053	B/Cu	1,5615	0,4256	>0,15
P/Ca	-1,3473	0,2402	>0,15	B/Fe	-0,7241	0,3553	0,131
P/Mg	-0,0359	0,3508	0,126	B/Mn	-0,2509	0,4241	>0,15
P/S	0,2715	0,3054	>0,15	B/Zn	-0,2386	0,4487	>0,15
P/B	4,2497	0,1931	>0,15	Cu/N	-8,4239	0,4212	>0,15
P/Cu	5,8112	0,4001	0,062	Cu/P	-5,8112	0,4001	0,062
P/Fe	3,5256	0,3034	>0,15	Cu/K	-7,8589	0,4091	>0,15

Continuação ...

Quadro 3. Continuação

Variável	\bar{y}	s	p^3	Variável	\bar{y}	s	p^3
P/Mn	3,9988	0,3478	>0,15	Cu/Ca	-7,1586	0,3966	>0,15
P/Zn	4,0112	0,3604	>0,15	Cu/Mg	-5,8471	0,4213	0,073
K/N	-0,5651	0,2634	>0,15	Cu/S	-5,5397	0,3742	0,118
K/P	2,0476	0,2033	0,055	Cu/B	-1,5615	0,4256	>0,15
K/Ca	0,7003	0,2498	0,066	Cu/Fe	-2,2856	0,5187	0,035
K/Mg	2,0117	0,3444	>0,15	Cu/Mn	-1,8124	0,4159	>0,15
K/S	2,3191	0,3075	>0,15	Cu/Zn	-1,8001	0,4347	>0,15
K/B	6,2974	0,2798	0,036	Fe/N	-6,1383	0,3207	>0,15
K/Cu	7,8589	0,4091	>0,15	Fe/P	-3,5256	0,3034	>0,15
K/Fe	5,5733	0,3557	>0,15	Fe/K	-5,5733	0,3557	>0,15
K/Mn	6,0465	0,3559	>0,15	Fe/Ca	-4,8730	0,2930	>0,15
K/Zn	6,0588	0,3693	>0,15	Fe/Mg	-3,5615	0,3917	>0,15
Ca/N	-1,2654	0,2830	>0,15	Fe/S	-3,2541	0,4039	0,013
Ca/P	1,3473	0,2402	>0,15	Fe/B	0,7241	0,3553	0,131
Ca/K	-0,7003	0,2498	0,066	Fe/Cu	2,2856	0,5187	0,035
Ca/Mg	1,3114	0,2003	>0,15	Fe/Mn	0,4732	0,4316	>0,15
Ca/S	1,6188	0,3051	>0,15	Fe/Zn	0,4855	0,4275	>0,15
Ca/B	5,5971	0,3242	>0,15	Mn/N	-6,6115	0,4152	>0,15
Ca/Cu	7,1586	0,3966	>0,15	Mn/P	-3,9988	0,3478	>0,15
Ca/Fe	4,8730	0,2930	>0,15	Mn/K	-6,0465	0,3559	>0,15
Ca/Mn	5,3462	0,3059	>0,15	Mn/Ca	-5,3462	0,3059	>0,15
Ca/Zn	5,3585	0,3036	>0,15	Mn/Mg	-4,0347	0,3433	0,063
Mg/N	-2,5768	0,4004	0,053	Mn/S	-3,7273	0,3596	>0,15
Mg/P	0,0359	0,3508	0,126	Mn/B	0,2509	0,4241	>0,15
Mg/K	-2,0117	0,3444	>0,15	Mn/Cu	1,8124	0,4159	>0,15
Mg/Ca	-1,3114	0,2003	>0,15	Mn/Fe	-0,4732	0,4316	>0,15
Mg/S	0,3074	0,3060	>0,15	Mn/Zn	0,0123	0,3220	>0,15
Mg/B	4,2856	0,4435	0,108	Zn/N	-6,6239	0,4387	>0,15
Mg/Cu	5,8471	0,4213	0,073	Zn/P	-4,0112	0,3604	>0,15
Mg/Fe	3,5615	0,3917	>0,15	Zn/K	-6,0588	0,3693	>0,15
Mg/Mn	4,0347	0,3433	0,063	Zn/Ca	-5,3585	0,3036	>0,15
Mg/Zn	4,0470	0,3371	>0,15	Zn/Mg	-4,0470	0,3371	>0,15
S/N	-2,8842	0,3209	>0,15	Zn/S	-3,7397	0,3705	>0,15
S/P	-0,2715	0,3054	>0,15	Zn/B	0,2386	0,4487	>0,15
S/K	-2,3191	0,3075	>0,15	Zn/Cu	1,8001	0,4347	>0,15
S/Ca	-1,6188	0,3051	>0,15	Zn/Fe	-0,4855	0,4275	>0,15
S/Mg	-0,3074	0,3060	>0,15	Zn/Mn	-0,0123	0,3220	>0,15

¹ mg/kg. ² > média + 0,5 s, com n = 39 talhões. ³ probabilidade para aceitação da hipótese de normalidade de distribuição de freqüências, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Campos, 1983).

A aceitação da hipótese de distribuição normal de freqüências ocorreu em 90,9% das variáveis multinutrientes na subpopulação de referência (Quadro 4), sendo as normas CND constituídas dos valores médios e desvios padrão destas. As variáveis multinutrientes por sua vez, referem-se aos quocientes entre o teor de um determinado nutriente e a média geométrica (G) dos teores dos constituintes da

massa seca, incluindo um valor de complemento (R), transformados por função logarítmica neperiana, conforme Khiari *et al.* (2001b,c).

Quadro 4. Média (\bar{y}) e desvio padrão (s) das variáveis multinutrientes¹ e média geométrica dos constituintes da massa seca² (G), em folhas de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de alta produtividade³

Variável	\bar{y}	s	p^4
G	1277,380	142,600	na
V _N *	3,453	0,205	>0,15
V _P *	0,840	0,151	>0,15
V _K *	2,888	0,186	0,0874
V _{Ca} *	2,188	0,152	>0,15
V _{Mg} *	0,876	0,250	0,1333
V _S *	0,569	0,223	>0,15
V _B *	-3,409	0,234	0,0937
V _{Cu} *	-4,971	0,328	0,0945
V _{Fe} *	-2,685	0,279	0,0169
V _{Mn} *	-3,159	0,271	>0,15
V _{Zn} *	-3,171	0,284	>0,15

¹ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001,b,c). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001,b,c) porém expresso em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados, expressos em mg/kg. ³ > média + 0,5 s com $n = 39$ talhões. ⁴ Probabilidade para aceitação da hipótese de normalidade de distribuição de freqüências, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. ^{na} não avaliado.

Tanto na diagnose realizada pelo método DRIS quanto na realizada pelo CND, rejeitou-se a hipótese de que as freqüências observadas para todos os nutrientes foram estatisticamente iguais entre si, indicando que os métodos foram sensíveis para diagnosticar diferenças de probabilidade de resposta positiva à adubação para os nutrientes avaliados (Quadros 5 e 6).

Procedimento semelhante foi utilizado por Wadt *et al.* (1998b) para a validação dos resultados dos índices DRIS na diagnose nutricional de eucalipto, como uma alternativa à análise gráfica do modelo teórico para o relacionamento entre a produtividade do talhão florestal e o estado nutricional da árvore em relação ao nutriente analisado. Este modelo indica que quanto maior é o módulo dos índices DRIS, menor é a média da produtividade dos talhões florestais. Considerando que os fatores responsáveis pelas diferenças de produtividade entre grupos de árvores com

baixo ou alto crescimento foram os nutricionais, foi rejeitada a hipótese de que a frequência com que os nutrientes ocorreram como os mais limitantes nas árvores foi devida ao acaso, para as diferentes classes de produtividade.

Quadro 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 deficiência¹ pelo método DRIS², na suposição de que as frequências observadas são devidas ao acaso, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, subpopulação de baixa produtividade³

Nutriente	O ⁴	E ⁴	(O - E) ² / E
	----- % -----		
N	4,17	9,09	2,67
P	12,50	9,09	1,28
K	13,89	9,09	2,53
Ca	9,72	9,09	0,04
Mg	5,56	9,09	1,37
S	1,39	9,09	6,53
B	5,56	9,09	1,37
Cu	12,50	9,09	1,28
Fe	16,67	9,09	6,31
Mn	6,94	9,09	0,51
Zn	11,11	9,09	0,45
Qui-quadrado			24,34**

¹ Com potencial de resposta à adubação positiva e muito provável (p), conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c = 1, conforme Wadt *et al.* (1998a). ³ ≤ média + 0,5 s. ⁴ O e E correspondem às frequências observada e esperada, respectivamente. ** indica p < 0,02.

Quadro 6. 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 deficiência¹ pelo método CND², na suposição de que as frequências observadas são devidas ao acaso, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, subpopulação de baixa produtividade³

Nutriente	O ⁴	E ⁴	(O - E) ² / E
	----- % -----		
N	4,17	9,09	2,67
P	18,06	9,09	8,84
			Continuação ...

Quadro 6. Continuação

Nutriente	O ⁴	E ⁴	(O - E) ² / E
	----- % -----		
K	13,89	9,09	2,53
Ca	12,50	9,09	1,28
Mg	5,56	9,09	1,37
S	1,39	9,09	6,53
B	5,56	9,09	1,37
Cu	11,11	9,09	0,45
Fe	12,50	9,09	1,28
Mn	5,56	9,09	1,37
Zn	9,72	9,09	0,04
Qui-quadrado			27,74**

¹ Com potencial de resposta à adubação positiva e muito provável (p), conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c), com média geométrica dos constituintes da massa seca (G) expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^5 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados, expressos em mg/kg. ⁴ O e E correspondem às freqüências observada e esperada, respectivamente. ** indica $p < 0,01$.

Verificou-se uma proporção de talhões de 31,9% e 29,2% em que o nutriente diagnosticado como o de maior probabilidade de resposta negativa, pelo DRIS e CND respectivamente, foi o magnésio, seguido pelo manganês, em 29,2 e 22,2% (Quadro 7). É possível que a detecção de excessos de magnésio e manganês na nutrição da soja se deva ao uso freqüente de termofosfato magnésiano em lavouras da região amostrada. Esta fonte de fósforo apresenta em sua composição, 17% de P₂O₅ total, 7% de magnésio e 0,4% de manganês.

Os nutrientes diagnosticados como de maior probabilidade de resposta positiva à adubação, pelos métodos DRIS e CND, foram o P, Fe e K (Quadro 7). A ocorrência do diagnóstico de potencial de resposta positiva à adubação para o nutriente ferro, determinado pelos métodos DRIS e CND, embora não esperada, ocorreu em talhões em que os teores de Fe no tecido foliar variou entre 30,9 e 60,2 mg/kg, sendo que o teor ótimo estimado para este nutriente em soja, em amostras coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, citado no capítulo 2 deste trabalho, foi de 84,0 mg/kg pelo método da Chance Matemática e 90,1 mg/kg pelos métodos DRIS e CND. De forma semelhante, os teores ótimos de ferro em amostras de soja coletadas nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás,

estimados por Kurihara (2004) foram 77 mg/kg pelo método Chance Matemática e 86 mg/kg, pelos métodos DRIS e CND.

Quadro 7. Freqüência do potencial de resposta à adubação¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinada pelos métodos DRIS² e CND³ em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁴

Nutriente	Método	Potencial de resposta à adubação				
		p ¹	pz ¹	z ¹	nz ¹	n ¹
		----- % -----				
N	DRIS	4,2	13,9	68,1	12,5	1,4
	CND	4,2	15,3	65,3	11,1	4,2
P	DRIS	12,5	18,1	61,1	6,9	1,4
	CND	18,1	20,8	47,2	4,2	9,7
K	DRIS	13,9	5,6	69,4	9,7	1,4
	CND	13,9	8,3	68,1	6,9	2,8
Ca	DRIS	9,7	8,3	77,8	2,8	1,4
	CND	12,5	12,5	68,1	4,2	2,8
Mg	DRIS	5,6	13,9	34,7	13,9	31,9
	CND	5,6	12,5	36,1	16,7	29,2
S	DRIS	1,4	4,2	72,2	18,1	4,2
	CND	1,4	4,2	72,2	13,9	8,3
B	DRIS	5,6	2,8	75,0	13,9	2,8
	CND	5,6	2,8	80,6	9,7	1,4
Cu	DRIS	12,5	6,9	48,6	18,1	13,9
	CND	11,1	8,3	54,2	16,7	9,7
Fe	DRIS	16,7	16,7	51,4	8,3	6,9
	CND	12,5	18,1	55,6	9,7	4,2
Mn	DRIS	6,9	8,3	41,7	13,9	29,2
	CND	5,6	9,7	43,1	19,4	22,2
Zn	DRIS	11,1	27,8	50,0	5,6	5,6
	CND	9,7	25,0	55,6	4,2	5,6

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). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c = 1, conforme Wadt *et al.* (1998a). ³ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c), porém com média geométrica dos constituintes da massa seca (G) expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliado, expressos em mg/kg. ⁴ \leq média + 0,5 s.

Avaliando-se a freqüência de diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta à adubação, considerando-se cada nutriente separadamente, foi verificado que a menor concordância entre os métodos avaliados ocorreu para o nutriente fósforo (74,6%) uma vez que o método CND diagnosticou maior desequilíbrio por deficiência relativa para este nutriente em relação ao método DRIS. Para os outros nutrientes avaliados, a freqüência de diagnoses concordantes do potencial de resposta à adubação variou de 85,9%, no caso do cobre a 94,4% para o nitrogênio (Quadro 8).

Quadro 8. Freqüência de talhões com diagnoses concordantes¹ do potencial de resposta à adubação² entre os métodos DRIS³ e CND⁴, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁵

Nutriente										
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- % -----										
94,4	74,6	91,5	85,9	93,0	93,0	90,1	85,9	88,7	90,1	93,0

¹ Determinado conforme Silva (2001). ² Determinado conforme Wadt (1996). ³ Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$. ⁴ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001,b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados. ⁵ \leq média +0,5s.

Wadt (1996) sugere que a recomendação de adubação seja realizada para o nutriente que apresente alta probabilidade de resposta positiva. De modo análogo, também é interessante a adoção de práticas de manejo que possibilitem, mesmo que a longo prazo, a redução do suprimento relativo do nutriente com alta probabilidade de resposta negativa à adubação. Por esta razão, avaliaram-se as freqüências de diagnoses concordantes entre os dois métodos quanto ao potencial de resposta à adubação para as classes de alta probabilidade de resposta positiva (p) e alta probabilidade de resposta negativa (n).

Observaram-se elevados níveis de concordância para estas duas classes de probabilidade de resposta à adubação, sendo maior a concordância para os nutrientes considerados de maior deficiência relativa (90,3%) do que para os nutrientes de maior excesso relativo (81,9%) (Quadro 9). Resultados semelhantes

foram obtidos por Silva (2001) ao determinar a freqüência de talhões com diagnoses concordantes para as classes de resposta positiva de alta probabilidade (88,8%) e negativa de alta probabilidade (80,4%), em talhões florestais de eucalipto, pelos métodos DRIS e CND.

Quadro 9. Freqüência de talhões com diagnoses concordantes¹ do potencial de resposta à adubação² (p e n) entre os métodos DRIS³ e CND⁴, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁵

Métodos	p ²	n ²
	----- % -----	
DRIS vs. CND	90,3	81,9

¹ Determinado conforme Silva (2001). ² p = positiva, com alta probabilidade e n = negativa, com alta probabilidade, conforme Wadt (1996). ³ Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c = 1. ⁴ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001,b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados. ⁵ ≤ média +0,5s.

Uma avaliação mais rigorosa, também realizada por Silva (2001), consistiu em determinar a freqüência de diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta à adubação, considerando-se simultaneamente desde os 11, até nenhum dos nutrientes avaliados.

Pode-se observar no quadro 10, a tendência de maior concordância entre os métodos avaliados, em relação ao potencial de resposta à adubação, à medida em que se aumenta o número de nutrientes considerados simultaneamente.

De maneira semelhante, Parent *et al.* (1994), avaliando desequilíbrios nutricionais em plantios de batata, observaram alta correlação ($r = 0,956$ a $0,989$; $p < 0,01$) entre os índices DRIS e CND; e Raghupathi e Bhargava (1998) verificaram alta correlação entre os índices de equilíbrio nutricional produzidos para diagnósticos de romãzeiros pelos métodos DRIS e CND, indicando também uma boa concordância no diagnóstico do desequilíbrio geral de nutrientes por ambos os métodos.

Quadro 10. Freqüência de talhões com diagnoses concordantes quanto ao potencial de resposta à adubação¹, determinado pelos métodos DRIS² e CND³, considerando simultaneamente todos até nenhum dos nutrientes avaliados, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁴

Nutrientes diagnosticados igualmente											
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
----- % -----											
40,3	23,6	22,2	8,3	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

¹ Determinado conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt *et al.* (1998a). ³ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca (G) expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados. ⁴ \leq média + 0,5 s.

Agrupando-se as classes de potencial de resposta à adubação positiva (p) e positiva ou nula (pz) em uma classe de estado nutricional denominada limitante por falta (LF); e negativa (n) e negativa ou nula (nz), em uma classe denominada limitante por excesso (LE); e nula (z) em uma classe denominada não limitante (NL), conforme Silva (2001), pôde-se verificar uma maior proporção de talhões (45,8%) em que o magnésio foi diagnosticado como o nutriente mais limitante por excesso, seguido do manganês (43,1 e 41,7%, pelo DRIS e CND, respectivamente). Zinco, fósforo e ferro foram diagnosticados, com maior freqüência, como os nutrientes mais limitantes por falta, pelos métodos DRIS e CND (Quadro 11).

Deve-se observar entretanto, que a indicação do zinco como o nutriente para o qual houve maior freqüência de limitação por falta por ambos os métodos (38,9 e 34,7%, para o DRIS e CND, respectivamente) deveu-se à considerável proporção de talhões em que o nutriente foi diagnosticado como de baixa probabilidade de resposta positiva (Quadro 11).

Isto indica que talvez não seja interessante o agrupamento de classes de potencial de resposta à adubação em classes de estado nutricional, conforme sugerido por Silva (2001), uma vez que este procedimento resulta no agrupamento em uma única classe de estado nutricional, nutrientes com alta e baixa probabilidade de resposta à adubação.

Quadro 11. Freqüência de diagnose do estado nutricional¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, determinado pelos métodos DRIS² e CND³ em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁴

Nutriente	Método	Estado nutricional		
		LF ¹	NL ¹	LE ¹
		----- % -----		
N	DRIS	18,1	68,1	13,9
	CND	19,4	65,3	15,3
P	DRIS	30,6	61,1	8,3
	CND	38,9	47,2	13,9
K	DRIS	19,4	69,4	11,1
	CND	22,2	68,1	9,7
Ca	DRIS	18,1	77,8	4,2
	CND	25,0	68,1	6,9
Mg	DRIS	9,4	34,7	45,8
	CND	18,1	36,1	45,8
S	DRIS	5,6	72,2	22,2
	CND	5,6	72,2	22,2
B	DRIS	8,3	75,0	16,7
	CND	8,3	80,6	11,1
Cu	DRIS	19,4	48,6	31,9
	CND	19,4	54,2	26,4
Fe	DRIS	33,3	51,4	15,3
	CND	30,6	55,6	13,9
Mn	DRIS	15,3	41,7	43,1
	CND	15,3	43,1	41,7
Zn	DRIS	38,9	50,0	11,1
	CND	34,7	55,6	9,7

¹ LF = limitante por falta, NL = não limitante e LE = limitante por excesso, conforme Silva (2001). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt *et al.* (1998a). ³ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca (G) expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados. ⁴ \leq média + 0,5 s.

Avaliando-se a frequência de diagnoses concordantes quanto ao estado nutricional, considerando-se os nutrientes isoladamente, a menor concordância foi verificada para o fósforo (85,9%) e a maior para o manganês (98,6%) (Quadro 12). Este resultado já era esperado, uma vez que, ao se adotar apenas três classes de estado nutricional ao invés de cinco classes de potencial de resposta à adubação, a probabilidade de existir concordância é maior.

Verifica-se, portanto, que dependendo da forma de comparação escolhida, avaliando-se os nutrientes isolada ou simultaneamente, quanto ao potencial de resposta à adubação ou quanto à classe de estado nutricional, pode-se obter resultados diferentes quanto à concordância entre os métodos DRIS e CND.

Quadro 12. Frequência de talhões com diagnoses concordantes do estado nutricional¹, determinado pelos métodos DRIS² e CND³ em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade⁴

Nutriente										
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- % -----										
97,2	85,9	93,0	90,1	95,8	97,2	91,5	94,4	95,8	98,6	94,4

¹ Determinado conforme Silva (2001). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt *et al.* (1998a). ³ Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca (G) expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a 1×10^6 mg/kg menos a soma dos teores dos nutrientes avaliados. ⁴ \leq média +0,5 s.

5 CONCLUSÕES

Apesar de divergirem quanto às formas de expressão utilizadas como valores de referência, os métodos DRIS e CND de maneira geral, são concordantes quanto ao diagnóstico nutricional.

O nível de concordância entre os diagnósticos fornecidos pelos métodos DRIS e CND é variável de acordo com o critério utilizado para sua avaliação.

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO DE TEORES ÓTIMOS DE NUTRIENTES EM SOJA

1 INTRODUÇÃO

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 disponibilidade do nutriente em análise, sendo os demais fatores de produção, nutricionais ou não, mantidos em níveis não limitantes.

Quanto maior for a similaridade entre as condições edafo-climáticas e vegetais da lavoura que se deseja diagnosticar e as condições em que foram estabelecidos os níveis críticos, maior será a confiabilidade do diagnóstico nutricional. Isto implica na necessidade de implementação de ensaios de calibração em vários locais e ao longo do tempo, para assegurar que diferenças em características de solo, clima e potencial produtivo de espécies vegetais estejam sendo consideradas para o estabelecimento de níveis críticos.

Entretanto, de acordo com Kurihara (2004) os valores de referência atualmente empregados para interpretação de teores de nutrientes em folhas de soja no estado do Mato Grosso do Sul (Embrapa, 2003) consistem em faixas de suficiência, com pequenas alterações, estabelecidas no final da década de 80 a partir das médias dos teores definidas para seis regiões norte-americanas (Sfredo *et al.*, 1986).

Os métodos da Chance Matemática, DRIS e CND têm sido utilizados como formas alternativas para o estabelecimento de valores de referência em diversas culturas por meio de uma abordagem não intervencionista. Desta forma, é possível maior agilidade na obtenção de resultados e redução de custos em relação ao procedimento tradicional de ensaios de calibração de teores de nutrientes.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi comparar os teores ótimos de nutrientes para soja, estimados por meio dos métodos Chance Matemática, DRIS, CND.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Chance Matemática (ChM)

O método da Chance Matemática objetiva determinar a faixa de valores de um dado fator, interno ou externo à planta, em que se espera obter a máxima produtividade. A essa faixa de valores correspondente à máxima produtividade denomina-se faixa ótima, e as faixas de valores abaixo ou acima da faixa ótima são denominadas faixa infra-ótima e supra-ótima, respectivamente.

À semelhança dos ensaios de calibração da produtividade vegetal em função do teor de um nutriente nos tecidos da planta, obtêm-se, pelo método da Chance Matemática, os valores padrão nível crítico, nível ótimo e faixa de suficiência (Wadt *et al.*, 1998b,c).

O método da Chance Matemática possibilita estabelecer os valores padrão para um fator de produção por meio de uma abordagem observacional, a partir de amostragens realizadas em lavouras comerciais, diferentemente da abordagem empregada para os ensaios de calibração, em que se procura manter os demais fatores que possam influenciar a produção em níveis controlados e não limitantes.

A faixa ótima corresponde portanto, ao intervalo de valores de um fator que permite à planta obter altas produtividades, nas condições ecofisiológicas e tecnológicas de seu local de crescimento (Wadt, 1996), desde que estas tenham sido abrangidas pela amostragem destinada ao estabelecimento de valores padrão.

2.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

A média aritmética de todos os desvios padronizados das relações duais contendo um dado nutriente em relação às suas normas, corresponde ao índice DRIS do nutriente. Portanto, em amostras de tecidos vegetais em que as relações duais estão presentes em valores similares aos estabelecidos como normas, o índice DRIS para cada nutriente se aproxima de zero (Dara *et al.*, 1992). Partindo deste princípio, diversos autores têm ajustado modelos estatísticos para descrever o relacionamento

entre índices DRIS e teores de nutrientes no tecido vegetal em eucalipto (Wadt *et al.*, 1998b), café (Reis Jr. *et al.*, 2002); cana-de açúcar (Reis Jr. e Monnerat, 2003) e soja (Kurihara, 2004), com a finalidade de definir valores de referência para teores de nutrientes em tecidos vegetais.

Apesar de um valor de índice DRIS zero ser considerado ótimo e todos os outros valores sub ou supra-ótimos, erros experimentais tais 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 (Needham *et al.*, 1990; Hartz *et al.*, 1998). Em razão disto, estes 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 4/3 desvios padrão em relação ao índice DRIS zero obtido a partir da subpopulação de alta produtividade.

A soma do valor absoluto dos índices DRIS de todos os nutrientes avaliados constitui uma medida do estado de equilíbrio nutricional, chamada índice de equilíbrio nutricional (IEN) (Sumner, 1977). Wadt *et al.* (1998b) consideram em equilíbrio para um nutriente, árvores de eucalipto cujo IEN é menor que a média + 2/3 desvios-padrão dos IEN e cujo índice do nutriente está no intervalo dado pelo valor médio \pm 2/3 desvios-padrão dos índices DRIS para o respectivo nutriente, em todas as árvores do banco de dados. De acordo com estes autores, o nível ótimo é então determinado pela média aritmética da concentração do nutriente no conjunto de árvores que apresentam melhor condição nutricional para cada nutriente.

2.3 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

Uma vez que o índice CND constitui um desvio padronizado das relações múltiplas entre os nutrientes e todos os constituintes da matéria seca em relação às suas normas, em uma situação de equilíbrio nutricional o índice CND se aproxima de zero (Khiari *et al.*, 2001b,c)

O estabelecimento de uma faixa ótima de teores de nutrientes pelo método CND conforme Kurihara (2004) considera equilibrados valores de índices CND quando dentro da amplitude do valor igual a zero \pm 2/3 desvio padrão, na

subpopulação de alta produtividade. Procedendo à análise de regressão para o teor do nutriente em folhas de soja em função do índice CND, o mesmo autor observou que estas variáveis apresentaram relação linear, com ajuste próximo ao verificado no método DRIS. Os teores ótimos estimados para índice CND igual a zero consistiram, também, na própria média da população de referência.

Por outro lado, de acordo com Khiari *et al.* (2001a), como os índices CND constituem desvios padronizados e independentes das variáveis multinutrientes em uma amostra em relação aos valores médios das respectivas variáveis multinutrientes na subpopulação de alta produtividade, a soma dos valores destes desvios elevados ao quadrado constituiriam uma nova variável denominada índice de desequilíbrio nutricional (CNDr²). Esta variável seguiria, portanto, a distribuição de qui-quadrado, com n+1 graus de liberdade, sendo n igual ao número de nutrientes avaliados, possibilitando a definição de um valor crítico para o índice de desequilíbrio nutricional (CNDr²), a um nível conhecido de confiabilidade (Khiari *et al.*, 2001b,c).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparo de tecido foliar e grãos

Foram coletadas amostras de tecido foliar e produtividade em 27 lavouras comerciais de soja, cultivadas no sistema plantio direto, no ano agrícola 2001/2002, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. Em cada lavoura, procedeu-se à demarcação de uma área representativa com cerca de 2.500 m² (50 x 50 m), onde foram efetuadas coletas de amostras do terceiro trifólio com pecíolo em 30 plantas, no estágio de desenvolvimento R2 (Hanway *et al.*, 1977), constituindo uma amostra composta. No estágio R8, a produtividade de grãos foi determinada a partir da amostragem de três linhas de cultivo, com 2 m de comprimento cada, em quatro locais escolhidos aleatoriamente na parcela demarcada. Após a secagem ao ar livre e trilhagem do material coletado, efetuou-se a determinação do teor de umidade e da massa seca de grãos. O valor determinado para a produtividade de grãos foi corrigido para umidade de 13%.

3.2 Formação do banco de dados

Constituíram o banco de dados, além das 27 amostras já mencionadas, 84 amostras coletadas por Maeda (2002) no ano agrícola 2000/2001 no estágio de desenvolvimento R1, em lavouras comerciais cultivadas no sistema plantio direto, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. As análises químicas de ambos conjuntos de amostras de tecido foliar seguiram os procedimentos indicados por Malavolta *et al.* (1997).

Dentre o conjunto de amostras constituintes do banco de dados definiu-se como subpopulação de alta produtividade aquelas amostras cujo rendimento de grãos foi superior à média + 0,5 desvio padrão (4.399 kg/ha).

3.3 Chance Matemática (ChM)

Para a determinação da faixa ótima do teor de nutrientes pelo método da Chance Matemática, calculou-se a raiz quadrada do número de observações, determinando-se o número de classes em que os valores de cada fator de produção foram distribuídos (Wadt, 1996 e Wadt *et al.*, 1998b,c):

$$(i) = \text{n}^\circ \text{ de classes} = (\text{n}^\circ \text{ de observações})^{0,5},$$

tendo-se limitando o número de classes entre 5 e 15. Os fatores de produção foram classificados em ordem crescente e os intervalos de valores de cada classe foram então determinados, dividindo-se a amplitude dos valores de cada fator de produção pelo número de classes:

$$\text{amplitude do fator} = F - f,$$

sendo

F = maior valor do fator F observado na população base;

f = menor valor do fator F observado na população base.

e

intervalo de classes para o fator A = amplitude do fator A / número de classes. Finalmente, a chance matemática (ChM_i) na classe i foi calculada da seguinte forma, com o objetivo de se avaliar a distribuição de freqüências cada fator de produção em função da produtividade:

$$\text{ChM}_i = (\text{ChM}(A_i/A) \times \text{ChM}(A_i/C_i))^{0,5}$$

sendo

$$\text{ChM}(A_i/A) = P(A_i/A) \times \text{PROD}_i;$$

P(A_i/A) = freqüência de talhões de alta produtividade na classe i, em relação ao total geral de talhões de alta produtividade;

PROD_i = produtividade média dos talhões de alta produtividade na classe i (kg/ha);

$$\text{ChM}(A_i/C_i) = P(A_i/C_i) \times \text{PROD}_i;$$

P(A_i/C_i) = freqüência de talhões de alta produtividade na classe i, em relação ao total geral de talhões na classe i.

Para cada nutriente, a faixa ótima consistiu da(s) classe(s) de valores que apresentou(ram) maior(es) valor(es) de chance matemática, sendo o seu limite inferior considerado o nível crítico e a sua mediana o valor ótimo do fator de produção.

3.4 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

A média aritmética e o desvio padrão de todas 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, em relação ao valor médio do logaritmo neperiano do mesmo quociente na população de alta produtividade, foi determinado conforme Jones (1981) em unidades de desvio padrão, utilizando-se um fator de ajuste (c) = 1, conforme sugerido por Wadt *et al.* (1998a):

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

sendo

A/B = logaritmo neperiano do quociente entre os teores dos nutrientes A e B, em uma amostra que se deseja avaliar;

a/b = valor médio do logaritmo neperiano dos quocientes entre os teores dos nutrientes A e B na população de referência;

$c = 1$ = fator de ajuste;

s = desvio padrão do logaritmo neperiano do quociente A/B na sub-população de referência;

A e B = teor (mg/kg) dos nutrientes A e B quaisquer, sendo A e B nutrientes distintos entre si.

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

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

sendo

I_A = índice DRIS do nutriente A;

B, C, ..., N = nutrientes distintos do nutriente A;

$Z(A/B)$, $Z(A/C)$, ..., $Z(N/A)$ = desvios padronizados dos quocientes duais contendo o nutriente A, em uma amostra que se deseja avaliar, em relação ao valor médio dos mesmos quocientes na população de referência;

n = número de nutrientes envolvidos na análise.

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. Desta forma, os teores de nutrientes associados a valores de índices DRIS nulos corresponderam aos teores ótimos estimados conforme realizado por Wadt *et al.* (1998b), Silva (2001), Reis Jr. *et al.* (2002), Reis Jr. e Monnerat (2003) e Kurihara (2004). 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 $\pm 2/3$ desvios padrão (Faixas de Beaufils) respectivamente, conforme Kurihara (2004), que considerou equilibrados os valores dos índices DRIS situados dentro do intervalo entre $-10 \frac{2}{3} s$ e $10 \frac{2}{3} s$, em virtude de ter utilizado um fator de ajuste (c) igual a 10, com o objetivo de aproximar os valores dos índices a números inteiros.

3.5 Diagnose da Composição Nutricional (CND)

As normas CND foram constituídas da média aritmética e o desvio padrão das variáveis multinutrientes na população de alta produtividade, conforme Khiari *et al.* (2001b,c).

As variáveis multinutrientes consistiram dos valores logaritmizados dos quocientes entre a concentração de cada nutriente e a média geométrica dos teores dos constituintes da massa seca, e foram calculados da seguinte forma:

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

sendo

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

A, B, C = teores dos nutrientes avaliados (mg/kg);

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

n = número de nutrientes avaliados.

O cálculo dos índices CND, na subpopulação de alta produtividade, foi realizado de acordo com Khiari *et al.* (2001 b,c) da seguinte forma:

$$I_A = (V_A - V_A^*) / s_A^*$$

sendo

I_A = índice CND do nutriente A;

V_A = variável multinutriente em um talhão que se deseja avaliar nutricionalmente;

V_A^* = valor médio da variável multinutriente, na sub-população de referência;

s_A = desvio-padrão da variável multinutriente, na sub-população de referência.

Assim como observado por Kurihara (2004), os dados nutricionais e de produtividade utilizados neste trabalho não permitiram a definição de faixas críticas para os valores dos índices CND de nutrientes por meio do ajuste de modelos estatísticos entre produtividade e índices CND elevados ao quadrado, impossibilitando a definição da faixa ótima do índice CND como a raiz quadrada do índice CND crítico para cada nutriente, conforme Khiari *et al.* (2001b,c). Desta forma, optou-se por determinar os teores ótimos, limite inferior e superior da faixa ótima de

teores de nutrientes pelo método CND de modo análogo ao utilizado pelo método DRIS, conforme Kurihara (2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Chance Matemática (ChM)

Para o nitrogênio, os maiores valores de Chance Matemática ocorreram para as classes de concentração de número 4 a 7. Isto se deve, principalmente, à maior proporção de talhões de alta produtividade nestas classes, em relação ao número total de talhões de alta produtividade ($P(A_i/A)$) e, em menor extensão, à maior proporção de talhões de alta produtividade em relação ao número total de talhões em cada classe ($P(A_i/C_i)$).

Pode-se ainda verificar uma alta proporção de talhões de alta produtividade em relação ao número total de talhões nas classes 2 e 10. Porém, como nestas duas classes o número de amostras era pequeno, a participação das amostras de alta produtividade presentes nestas classes, em relação ao total de talhões da população de referência ($P(A_i/A)$) era reduzida, o que resultou em menores valores de Chance Matemática (Quadro 1).

De maneira semelhante, foram determinados os valores de chance matemática para as classes de teores de outros nutrientes avaliados (Quadro 1).

Quadro 1. Valores de chance matemática (ChM) estabelecidos para diferentes classes de distribuição de teores de nutrientes em amostras de terceiro trifólio, coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002

Classe (i)	LI_i^2	LS_i^3	$(PRODi)^4$	$P(A_i/A)^5$	$P(A_i/C_i)^6$	ChM_i^7
Nitrogênio						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	27,0	30,0	4948	0,026	0,200	354,3
2	30,1	32,9	4582	0,103	0,333	847,2
3	33,0	35,9	4874	0,103	0,200	698,0

Continuação ...

Quadro 1. Continuação.

Classe (i)	LI _i ²	LS _i ³	(PRODi) ⁴	P(A _i /A) ⁵	P(A _i /C _i) ⁶	ChMi _i ⁷
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
4	36,0	38,9	4709	0,256	0,455	1607,7
5	39,0	41,9	5032	0,128	0,313	1007,2
6	42,0	44,8	4614	0,154	0,500	1279,6
7	44,9	47,8	4561	0,128	0,556	1217,2
8	47,9	50,8	4410	0,026	0,125	249,7
9	50,9	53,7	4445	0,026	0,250	355,9
10	53,8	56,7	4485	0,051	0,667	829,2
Fósforo						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	1,3	1,6	0	0,000	0,000	0,0
2	1,7	1,9	0	0,000	0,000	0,0
3	2,0	2,2	4622	0,077	0,333	740,1
4	2,3	2,5	4989	0,103	0,286	854,0
5	2,6	2,8	4613	0,205	0,444	1392,7
6	2,9	3,0	4662	0,231	0,310	1247,6
7	3,1	3,3	4678	0,256	0,556	1765,7
8	3,4	3,6	4775	0,128	0,556	1274,4
9	3,7	3,9	0	0,000	0,000	0,0
10	4,0	4,2	0	0,000	0,000	0,0
Potássio						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	12,0	14,3	4549	0,026	0,200	325,8
2	14,4	16,5	5210	0,026	0,143	315,3
3	16,6	18,8	4777	0,128	0,417	1104,0
4	18,9	21,0	4925	0,026	0,077	218,7
5	21,1	23,3	4562	0,154	0,400	1131,6
6	23,4	25,5	4705	0,462	0,474	2200,0
7	25,6	27,8	4608	0,103	0,308	818,5
8	27,9	30,0	4759	0,077	0,429	864,0
9	30,1	32,3	0	0,000	0,000	0,0
10	32,4	34,5	0	0,000	0,000	0,0
Cálcio						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	4,4	5,8	0	0,000	0,000	0,0
2	5,9	7,1	0	0,000	0,000	0,0
3	7,2	8,5	4795	0,103	0,333	886,5
4	8,6	9,8	4809	0,205	0,333	1257,5

Continuação ...

Quadro 1. Continuação

Classe (i)	LI _i ²	LS _i ³	(PRODi) ⁴	P(A _i /A) ⁵	P(A _i /C _i) ⁶	ChMi ⁷
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
5	9,9	11,2	4570	0,256	0,313	1293,7
6	11,3	12,6	4710	0,231	0,391	1415,2
7	12,7	13,9	0	0,000	0,000	0,0
8	14,0	15,3	4749	0,051	0,667	878,0
9	15,4	16,6	4645	0,103	0,800	1330,5
10	16,7	18,0	4761	0,051	0,500	762,4
Magnésio						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	1,7	2,1	4611	0,021	0,450	1485,9
2	2,2	2,6	4879	0,014	0,545	1413,4
3	2,7	3,0	4699	0,007	0,429	853,2
4	3,1	3,4	4711	0,014	0,353	1097,7
5	3,5	3,9	4421	0,005	0,182	426,8
6	4,0	4,3	4702	0,023	0,370	1449,0
7	4,4	4,7	4763	0,002	0,111	254,2
8	4,8	5,1	4789	0,005	0,250	542,2
9	5,2	5,6	0	0,000	0,000	0,0
10	5,7	6,0	0	0,000	0,000	0,0
Enxofre						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	1,3	1,6	4648	0,077	0,600	998,5
2	1,7	1,9	4601	0,205	0,615	1634,7
3	2,0	2,2	4775	0,256	0,303	1331,1
4	2,3	2,5	4706	0,231	0,391	1414,1
5	2,6	2,8	4766	0,103	0,182	650,8
6	2,9	3,1	4420	0,026	0,125	250,2
7	3,2	3,4	4769	0,051	0,500	763,7
8	3,5	3,7	4948	0,026	0,500	560,3
9	3,8	4,0	0	0,000	0,000	0,0
10	4,1	4,3	4513	0,026	1,000	722,7
Boro						
	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	23,8	27,5	4753	0,026	0,250	380,5
2	27,6	31,2	4759	0,026	1,000	762,0
3	31,3	35,0	4935	0,077	0,333	790,2
4	35,1	38,7	4819	0,154	0,300	1035,3
5	38,8	42,4	4585	0,282	0,393	1526,2

Continuação ...

Quadro 1. Continuação

Classe (i)	LI _i ²	LS _i ³	(PRODi) ⁴	P(A _i /A) ⁵	P(A _i /C _i) ⁶	ChMi ⁷
	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
6	42,5	46,1	4815	0,205	0,471	1496,1
7	46,2	49,8	4410	0,026	0,083	203,9
8	49,9	53,6	4827	0,077	0,300	733,2
9	53,7	57,3	4430	0,077	0,750	1064,1
10	57,4	61,0	4484	0,051	0,333	586,3
Cobre						
	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	2,6	4,1	4785	0,026	1,000	766,2
2	4,2	5,5	4576	0,026	0,071	195,8
3	5,6	7,0	4652	0,128	0,500	1177,8
4	7,1	8,4	4759	0,308	0,500	1866,8
5	8,5	9,9	4708	0,179	0,583	1523,3
6	10,0	11,4	4651	0,077	0,375	790,0
7	11,5	12,8	4545	0,103	0,174	606,9
8	12,9	14,3	4937	0,051	0,182	476,7
9	14,4	15,7	4633	0,051	0,333	605,7
10	15,8	17,2	4689	0,051	1,000	1061,7
Ferro						
	----- g/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	30,9	51,9	5430	0,026	0,071	232,4
2	52,0	72,9	4674	0,205	0,286	1131,4
3	73,0	93,9	4611	0,333	0,382	1646,3
4	94,0	114,9	4807	0,308	0,480	1847,5
5	115,0	135,9	4615	0,103	0,667	1206,8
6	136,0	156,8	0	0,000	0,000	0,0
7	156,9	177,8	4421	0,026	1,000	707,9
8	177,9	198,8	0	0,000	0,000	0,0
9	198,9	219,8	0	0,000	0,000	0,0
10	219,9	240,8	0	0,000	0,000	0,0
Manganês						
	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	19,0	34,1	4568	0,051	0,200	462,6
2	34,2	49,2	4693	0,385	0,577	2210,4
3	49,3	64,3	4793	0,231	0,321	1305,3
4	64,4	79,4	4633	0,205	0,381	1295,2
5	79,5	94,5	4752	0,077	0,250	659,0
6	94,6	109,6	4925	0,026	0,167	322,0

Continuação ...

Quadro 1. Continuação

Classe (i)	LI _i ²	LS _i ³	(PRODi) ⁴	P(A _i /A) ⁵	P(A _i /C _i) ⁶	ChM _i ⁷
	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
7	109,7	124,7	4429	0,026	0,333	409,5
8	124,8	139,8	0	0,000	0,000	0,0
9	139,9	154,9	0	0,000	0,000	0,0
10	155,0	170,0	0	0,000	0,000	0,0

Zinco

	----- mg/kg -----		-- kg/ha --			-- kg/ha --
1	21,0	36,3	4522	0,175	0,259	963,2
2	36,4	51,6	4737	0,250	0,250	1184,2
3	51,7	66,9	4797	0,225	0,429	1489,7
4	67,0	82,2	4729	0,225	0,750	1942,5
5	82,3	97,5	4753	0,050	0,333	613,6
6	97,6	112,8	4421	0,025	0,500	494,3
7	112,9	128,1	4652	0,025	0,500	520,1
8	128,2	143,4	0	0,000	0,000	0,0
9	143,5	158,7	0	0,000	0,000	0,0
10	158,8	174,0	0	0,000	0,000	0,0

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".

4.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

Todos os modelos estatísticos lineares ajustados aos relacionamentos 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 fósforo, a 0,86, para o relacionamento entre índices DRIS e teores de zinco em folhas de soja (Quadro 2).

A tentativa de ajustar modelos polinomiais a estes relacionamentos resultou com frequência, na obtenção de coeficientes de regressão associados às variáveis de segundo e terceiro grau muito próximos de zero, indicando não serem estes modelos adequados.

De acordo com Kurihara (2004), desvios de simetria na distribuição das relações duais, podem ocasionar curvaturas na dispersão de pontos, quando se relaciona índices DRIS em função de teor foliar ou vice-versa. Para todos os nutrientes avaliados, o teor ótimo estimado (TOE) pelo relacionamento dos índices DRIS com teores foliares, correspondeu, assim como para Kurihara (2004), ao teor médio na subpopulação de referência (Quadro 3).

Quadro 2. Modelos estatísticos dos relacionamentos entre índices DRIS¹, CND² e teores de nutrientes em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de alta produtividade³

Nutriente	Método	Modelo estatístico	R ²
N	DRIS	$\hat{N} = 40,595 + 7,856^{**} I_N$	0,73
	CND	$\hat{N} = 40,595 + 5,433^{**} I_N$	0,72
P	DRIS	$\hat{P} = 2,969 + 0,519^{**} I_P$	0,53
	CND	$\hat{P} = 2,969 + 0,279^{**} I_P$	0,49
K	DRIS	$\hat{K} = 23,141 + 4,622^{**} I_K$	0,67
	CND	$\hat{K} = 23,141 + 3,086^{**} I_K$	0,67
Ca	DRIS	$\hat{Ca} = 11,597 + 4,233^{**} I_{Ca}$	0,74
	CND	$\hat{Ca} = 11,597 + 2,368^{**} I_{Ca}$	0,78
Mg	DRIS	$\hat{Mg} = 3,195 + 1,155^{**} I_{Mg}$	0,84
	CND	$\hat{Mg} = 3,195 + 0,901^{**} I_{Mg}$	0,87
S	DRIS	$\hat{S} = 2,310 + 0,714^{**} I_S$	0,76
	CND	$\hat{S} = 2,310 + 0,529^{**} I_S$	0,79
B	DRIS	$\hat{B} = 42,669 + 9,268^{**} I_B$	0,80
	CND	$\hat{B} = 42,669 + 7,022^{**} I_B$	0,80
Cu	DRIS	$\hat{Cu} = 9,374 + 3,487^{**} I_{Cu}$	0,81
	CND	$\hat{Cu} = 9,374 + 2,996^{**} I_{Cu}$	0,83
Fe	DRIS	$\hat{Fe} = 90,072 + 26,525^{**} I_{Fe}$	0,75
	CND	$\hat{Fe} = 90,072 + 21,633^{**} I_{Fe}$	0,76
Mn	DRIS	$\hat{Mn} = 57,162 + 23,327^{**} I_{Mn}$	0,82

Continuação ...

Quadro 2. Continuação.

Nutriente	Método	Modelo estatístico	R ²
Zn	CND	$M\hat{n} = 57,162 + 18,625^{**} I_{Mn}$	0,85
	DRIS	$Z\hat{n} = 56,756 + 24,213^{**} I_{Zn}$	0,86
	CND	$Z\hat{n} = 56,756 + 19,688^{**} I_{Zn}$	0,89

¹ Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt *et al.* (1998a). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) porém, com média geométrica dos constituintes da massa seca expressa em mg/kg. ³ $>$ média + 0,5 s. ****** indica $p < 0,001$.

4.3 Diagnóstico da Composição Nutricional (CND)

O ajuste de modelos estatísticos lineares ao relacionamento entre índices CND e teores de nutrientes em folhas de soja, resultou na obtenção de coeficientes de determinação muito próximos aos obtidos por meio de ajuste de modelos lineares ao relacionamento entre índices DRIS e teores de nutrientes (Quadro 2).

O teor ótimo estimado (TOE) também correspondeu ao teor médio do nutriente na subpopulação de alta produtividade (Quadro 3), conforme observado por Kurihara (2004). A faixa ótima do teor de nutrientes, estimada como os teores correspondentes aos valores do índice zero \pm 2/3 desvio padrão, conforme Kurihara (2004), foi semelhante à faixa ótima estimada pelo DRIS (Quadro 3). Este resultado é concordante com a elevada correlação observada por Khiari *et al.* (2001b) entre índices DRIS e CND ($r = 0,95$ a $0,99$).

De maneira geral, a amplitude da faixa ótima determinada pelo método da Chance Matemática foi maior em relação às amplitudes determinadas pelos métodos DRIS e CND (Quadro 3). Além disso, sendo os limites inferiores das faixas ótimas determinadas pelo método Chance Matemática inferiores aos mesmos limites determinados pelos outros métodos avaliados, o método da Chance Matemática tende a indicar com menor frequência um estado de deficiência nutricional.

Exceto para os nutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, os teores ótimos estimados foram muito próximos ou idênticos ao teor médio na população de alta produtividade (Quadro 2). De acordo com Kurihara (2004), estas diferenças podem ser resultantes de desvios de normalidade na população de referência, uma vez que, sob distribuição normal, a média aritmética é igual à mediana (Quadro 3).

Quadro 3. Teor e faixa ótima de nutrientes pelos métodos Chance Matemática¹, DRIS², CND³ em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, subpopulação de alta produtividade⁴, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002. Dados citados na literatura⁵ foram incluídos para simples comparação

Variável	Método	Faixa ótima	Teor ótimo
		----- g/kg -----	
N	Chance Matemática	36,0 a 47,8	40,6
	DRIS	37,0 a 44,2	40,6
	CND	37,0 a 44,2	40,6
	Literatura	45,1 a 55,0	na
P	Chance Matemática	2,6 a 3,6	3,0
	DRIS	2,8 a 3,2	3,0
	CND	2,8 a 3,2	3,0
	Literatura	2,6 a 5,0	na
K	Chance Matemática	16,6 a 25,5	23,0
	DRIS	21,1 a 25,2	23,1
	CND	21,1 a 25,2	23,1
	Literatura	17,1 a 25,0	na
Ca	Chance Matemática	8,6 a 16,6	11,0
	DRIS	10,1 a 13,1	11,6
	CND	10,0 a 13,2	11,6
	Literatura	3,6 a 20,0	na
Mg	Chance Matemática	1,7 a 4,3	3,2
	DRIS	2,6 a 3,8	3,2
	CND	2,6 a 3,8	3,2
	Literatura	2,6 a 10,0	na
S	Chance Matemática	1,7 a 2,5	2,1
	DRIS	2,0 a 2,7	2,3
	CND	2,0 a 2,7	2,3
	Literatura	2,1 a 4,0	na
B	Chance Matemática	35,1 a 57,3	42,0
	DRIS	38,0 a 47,4	42,7
	CND	38,0 a 47,4	42,7
	Literatura	21,0 a 55,0	na

Continuação ...

Quadro 3. Continuação.

Variável	Método	Faixa ótima	Teor ótimo
		----- mg/kg -----	
Cu	Chance Matemática	7,1 a 9,9	8,0
	DRIS	7,4 a 11,3	9,4
	CND	7,4 a 11,4	9,4
	Literatura	6,0 a 14,0	^{na}
Fe	Chance Matemática	52,0 a 135,9	84,0
	DRIS	75,7 a 104,4	90,1
	CND	75,6 a 104,5	90,1
	Literatura	51,0 a 350,0	^{na}
Mn	Chance Matemática	34,2 a 79,4	54,0
	DRIS	45,0 a 69,4	57,2
	CND	44,7 a 69,6	57,2
	Literatura	21,0 a 100,0	^{na}
Zn	Chance Matemática	21,0 a 82,2	44,3
	DRIS	43,8 a 72,5	56,8
	CND	43,6 a 69,9	56,8
	Literatura	21,0 a 50,0	^{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. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste $c = 1$, conforme Wadt *et al.* (1998a) igual a zero $\pm 2/3$ s, conforme Kurihara (2004), respectivamente; ³ para um índice CND (calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) porém com média geométrica dos componentes da massa seca expressa em mg/kg) igual a zero e $\pm 2/3$ s, conforme Kurihara (2004), respectivamente; ⁴ $>$ média + 0,5 s, com $n = 39$ talhões. ⁵ Faixa de suficiência, conforme Embrapa (2003). ^{na} não avaliado.

O fato de o limite superior da faixa ótima de nitrogênio estimada pelos métodos Chance Matemática, DRIS e CND substituir o limite inferior da faixa de suficiência proposta na literatura (Embrapa, 2003), de acordo com Kurihara (2004), deve-se ao fato de esta ter sido estabelecida nas décadas de 70 e 80, quando a nutrição nitrogenada era dependente da aplicação de fertilizantes, diferentemente das condições atuais, em que o nitrogênio é suprido principalmente pela fixação biológica.

Isto poderia indicar um incremento na eficiência de utilização do nitrogênio atualmente. Embora parte dos produtos da fotossíntese de uma leguminosa seja utilizada para a fixação simbiótica de nitrogênio em detrimento do desenvolvimento de planta, Ferri (1979) destaca que quantidade similar de energia é utilizada na metabolização do N - NO₃ (atividade da nitrato-redutase) proveniente do solo.

A estimativa de faixas ótimas para teores de nutrientes pelos métodos Chance Matemática, DRIS e CND, de menor amplitude em relação às faixas estabelecidas na literatura (Embrapa, 2004) sugerem, assim como para Kurihara (2004), a maior adequação do uso destes valores de referência, obtidos a nível regional, do que os valores estabelecidos em condições de solo, clima e potencial produtivo diferentes dos aqui considerados. Entretanto, deve-se ressaltar que os teores e faixas ótimas estimados neste trabalho referem-se a um potencial produtivo elevado, uma vez que consideraram-se talhões de alta produtividade aqueles que apresentaram produtividade superior a 4.399 kg/ha. Em trabalho semelhante, realizado a partir de amostras de soja coletadas nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, Kurihara (2004) verificou que os teores ótimos de Ca, S, Mn e Zn em soja permanecem inalterados em produtividades inferiores a 3.600 kg/ha e aumentam a partir deste potencial produtivo, enquanto que os teores ótimos de N, P, K, Mg, B, Cu e Fe não variaram mesmo para produtividades superiores a 4.800 kg/ha.

Estudos são necessários para verificar a adequação da adoção de um critério único para a determinação da amplitude da faixa representativa de uma condição de equilíbrio para todos os nutrientes avaliados, conforme realizado neste trabalho e por Kurihara (2004) para os métodos DRIS e CND, ou a definição de faixas de equilíbrio com amplitudes variáveis entre nutrientes, conforme sugerido por Savoy Jr. e Robinson (1990), e Khiari *et. al.* (2001b,c), para melhor definição de níveis críticos para a cultura da soja, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul.

5 CONCLUSÕES

Os teores ótimos de nutrientes estimados pelos métodos DRIS, CND são idênticos ou muito próximos do teor médio na população de referência, o que não ocorre de maneira geral, para o Método Chance Matemática.

Os métodos Chance Matemática, DRIS, CND mostram-se promissores para a calibração de teores ótimos para a cultura da soja, a partir de dados provenientes de monitoramento nutricional de lavouras comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; LEITE, R. de A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, 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.

BATES, T.E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. **Soil Science**, v.112, n.2, p.116-130, 1971.

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

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

BEVERLY, R.B. Modified DRIS method for simplified nutrient diagnosis of "Valencia" oranges. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, n.9-16, p.1401-1408, 1987b.

BEVERLY, R.B. DRIS diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, n.8, p.1431-1447, 1993.

BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S.; PLANK, C.O. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, v.17, n.3, p.237-256, 1986.

BEVERLY, R.B.; HALLMARK, W.B. Prescient diagnostic analysis: a proposed new approach to evaluating plant nutrient diagnostic methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, n.17-20, p. 2633-2640, 1992.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: Princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. Piracicaba: USP, 1983. 349p.

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. **Agronomy Journal**, v.84, p.1006-1010, 1992.

ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides 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. **Agronomy Journal**, v.77, p.506-508, 1985.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de soja – Região Central do Brasil 2004**. Londrina, Embrapa Soja, 2003. 237p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção 4).

FABRES, A.S.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; CORDEIRO, A.T. Níveis críticos de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, p.51-57, 1987.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. Coord. Ed. Pedagógica e Universitária Ltda. Ed. da Universidade de São Paulo. São Paulo. v.1, 1979. 350p.

HALLMARK , W.B; WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; deMOOY, C.J.,; PESEK, J.; SHAO, K.P. Separating limiting from non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, n.9-16, p.1381-1390, 1987.

HALLMARK , W.B; deMOOY, C.J.; MORRIS, H.F.; PESEK, J.; SHAO, K.P.; FONTENOT, J.D. Soybean phosphorus and potassium deficiency detection as influenced by plant growth stage. **Agronomy Journal**, v.80, p. 586-591, 1988.

HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Special Report nº 53. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service. Ames, Iowa.1977.

HARTZ, T.K.; MIYAO, E.M.; VALENCIA, J.G. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. **HortScience**, v.33, n.5, p.830-832, 1998.

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

KHIARI, L.; PARENT, L.E.; TREMBLAY, N. Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. **Agronomy Journal**, v.93, p.802-808, 2001a.

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, 2001b.

KHIARI, L.; PARENT, L.E.; TREMBLAY, N. The phosphorus compositional nutrient diagnosis range for potato. **Agronomy Journal**, v.93, p.815-819, 2001c.

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

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

MAEDA, S. **Interpretação do estado nutricional de soja pelo DRIS no Mato Grosso do Sul.** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2002. 107p. (Tese de doutorado).

MUNIZ, A.S. **Disponibilidade de fósforo avaliada por extratores químicos e pelo crescimento de soja (*Glycine max* L. Merrill) em amostras de solos com diferentes valores de fator capacidade.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 79p. (Tese de mestrado)

NEEDHAM, T.D.; BURGER, J.; ODERWALD, R.G. Relationship between diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) optima and foliar nutrient critical levels. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, p.883-886, 1990.

PARENT, L.E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.117, n.2, p.239-242, 1992.

PARENT, L.E.; KARAM, A.; VISSER, S.A. Compositional nutrient diagnosis of the greenhouse tomato. **HortScience**, v.28, n.10, p.1041-1042, 1993.

PARENT, L.E.; CAMBOURIS, A.N.; MUHAWENIMANA, A. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1432-1438, 1994.

PARENT, L.E.; POIRIER, M.; ASSELIN, M. Multinutrient diagnosis of nitrogen status in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, n.5, p.1013-1025, 1995.

RAGHUPATHI, H.B.; BHARGAVA, B.S. Diagnosis of nutrient imbalance in pomegranate by diagnosis and recommendation integrated system and compositional nutrient diagnosis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.29(19&20), p.2881-2892, 1998.

RAGHUPATHI, H.B., REDDY, B.M.C.; SRINIVAS, K. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in banana. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33(13&14), p.2131-2143, 2002.

REIS Jr., R.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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.801-808, 2002.

REIS Jr., R.A.; MONNERAT, P.H. DRIS norms validation for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3., p.379-385, 2003.

SAVOY Jr., H.J.; ROBINSON, D.L. Norm range size effects in calculating diagnosis and recommendation integrated system indices. **Agronomy Journal**, v.82, p.592-596, 1990.

SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; BORKERT, C.M. **Soja: nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1986. 51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 17).

SILVA, G.G.C. **Diagnose nutricional do eucalipto pelo DRIS, M-DRIS e CND**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001, 132p. (Tese de mestrado).

SUMNER, M.E. Preliminary N, P, e K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, v.69, p.226-230, 1977.

SUMNER, M.E. Diagnosing the sulfur requirements of corn and wheat using foliar analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.87-90, 1981.

SUMNER, M.E.; FARINA, M.P.W. Phosphorus interactions with other nutrients and lime in field cropping systems. **Advances in Soil Science**, Vol. 5 Ed. B. A. Stewart. pp 201-237. Springer-Verlag, New York, 1986.

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**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1996, 123p. (Tese de doutorado).

WADT, P.G.S.; ALVAREZ V, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; FERNANDES FILHO, E.I.; FONSECA, S. Faixas de Beaufils: modificação no cálculo dos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para avaliação nutricional de talhões florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: SBCS/UFV, 1995, p.1317-1319.

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

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; FONSECA, S.; BARROS, N.F. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos DRIS e Chance Matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.685-692, 1998b.

WADT, P.G.S.; ALVAREZ V.; V.H., NOVAIS, R.F.; FONSECA, S.; BARROS, N.F. O método da Chance Matemática na interpretação de dados de levantamento nutricional de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.773-778, 1998c.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; DIAS, L.E. Variações no estado nutricional de eucaliptos por influência do material genético e da idade da árvore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.10, p.1797-1803, 1999.

WALLACE, A. The interacting nature of limiting factors on crop production: implications for biotechnology. **Soil Science**, v.147, p.469-473, 1989.

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

Apêndice

Apêndice 1. Produtividade (kg/ha) e teores de macro e micronutrientes determinados em amostras de terceiro trifólio de soja, coletadas nos estádios de desenvolvimento R1 e R2, em 111 lavouras comerciais¹, cultivadas no sistema plantio direto, em 7 municípios da região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

Talhão	Prod	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	kg/ha	g/kg							mg/kg				
1	2363	53,9	3,4	27,5	7,7	2,0	2,4	38,0	8,0	91,0	100,0	35,0	
2	2390	36,8	2,8	25,5	15,3	4,7	2,1	39,7	7,1	93,2	170,0	78,0	
3	2685	40,6	2,9	18,0	12,4	4,2	3,0	38,0	9,9	72,1	27,5	21,1	
4	2844	38,2	2,3	18,5	10,2	4,4	2,2	51,6	5,6	51,5	76,0	44,3	
5	2861	30,5	1,4	25,0	10,6	4,1	2,1	39,4	11,7	46,8	104,3	41,9	
6	2921	52,5	2,9	24,5	12,1	2,1	2,0	46,0	12,0	78,0	60,0	36,0	
7	2942	32,6	3,1	19,5	8,8	3,1	2,1	39,9	4,2	137,3	86,4	40,6	
8	3009	31,9	1,3	21,0	12,0	4,0	2,1	46,3	10,0	46,8	106,2	41,9	
9	3020	37,1	2,4	15,0	11,0	4,7	2,6	59,7	8,0	72,1	62,9	55,7	
10	3187	31,5	2,6	24,0	12,8	3,7	3,3	48,8	8,0	76,9	64,5	50,0	
11	3194	51,8	4,2	27,0	7,3	2,2	2,4	42,0	12,0	119,0	84,0	37,0	
12	3247	33,3	1,8	24,0	9,5	4,9	2,5	44,0	8,3	40,4	110,1	42,8	
13	3290	43,8	3,0	25,0	11,7	4,1	2,5	41,0	5,6	95,4	24,7	41,5	
14	3310	35,7	3,5	16,5	11,4	4,1	2,8	50,2	15,3	74,5	59,8	45,4	
15	3324	43,4	4,0	24,0	9,4	3,6	2,4	44,1	11,7	93,6	82,9	66,1	
16	3339	43,4	2,5	20,0	11,7	4,2	2,9	48,8	13,5	53,1	126,0	53,4	
17	3359	33,6	1,9	25,0	9,4	3,4	2,5	36,2	10,0	104,0	52,0	41,9	
18	3396	48,0	2,7	29,0	7,9	3,1	2,2	40,8	13,5	96,0	72,2	58,0	
19	3503	33,6	2,4	20,0	14,0	3,7	3,1	50,2	13,5	100,7	87,5	101,6	
20	3517	50,1	2,8	26,0	11,2	2,3	2,3	47,0	12,0	75,0	63,0	47,0	
21	3540	35,0	2,3	16,0	10,7	4,5	2,1	42,2	4,2	114,0	43,8	29,1	
22	3563	36,4	2,9	12,5	12,3	4,7	3,1	36,8	9,9	76,9	27,5	43,1	
23	3564	37,8	2,8	24,5	12,6	3,5	3,3	34,9	13,5	86,4	73,7	59,2	
24	3579	44,1	3,4	25,0	10,7	2,4	1,9	46,0	10,0	78,0	104,0	36,0	
25	3638	40,6	3,3	22,0	11,1	4,2	3,0	23,8	11,7	65,0	26,0	48,9	
26	3640	31,2	2,2	21,0	8,2	3,8	1,7	38,7	5,6	67,0	61,1	53,2	
27	3662	40,6	2,6	18,5	10,3	4,0	2,7	41,1	13,5	84,0	47,5	44,3	
28	3670	37,5	1,9	27,0	8,6	4,2	2,8	35,2	8,3	43,6	94,6	41,0	
29	3731	46,2	2,9	27,0	7,8	2,1	2,2	47,0	8,0	109,0	136,0	46,0	
30	3744	43,8	3,8	19,0	8,5	2,1	1,9	58,0	6,0	53,0	76,0	30,0	

Continuação...

Apêndice 1. Continuação.

Talhão	Prod	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	kg/ha	g/kg							mg/kg				
31	3787	27,3	2,1	22,0	9,9	3,1	1,4	38,9	4,2	78,1	68,8	54,0	
32	3803	39,9	1,9	18,0	13,2	5,1	2,7	36,2	11,7	43,6	88,8	43,7	
33	3805	36,8	3,0	24,0	10,0	3,8	2,7	38,0	11,7	53,1	41,4	51,1	
34	3813	28,7	1,9	25,0	9,6	4,3	2,8	38,7	10,0	86,0	67,5	36,4	
35	3821	48,7	2,9	34,5	8,1	2,1	2,3	58,0	12,0	75,0	93,0	33,0	
36	3852	39,2	3,2	22,5	11,0	2,9	2,7	50,5	15,3	57,9	76,8	54,6	
37	3852	33,6	3,3	25,0	4,4	2,5	2,1	42,9	8,0	50,7	75,2	25,7	
38	3887	34,3	3,3	19,0	7,5	3,4	2,1	49,9	5,6	65,0	19,0	29,5	
39	3911	35,7	3,1	24,0	17,8	4,8	2,1	34,6	8,9	71,7	85,9	45,7	
40	3923	35,4	2,7	15,0	11,4	5,1	2,9	48,4	5,6	66,3	34,0	42,0	
41	3926	41,3	2,5	13,5	10,0	3,7	2,1	34,8	6,1	87,0	52,6	37,7	
42	3944	34,0	3,6	28,0	16,3	4,3	2,2	39,1	8,9	75,3	63,2	96,1	
43	3950	38,9	3,1	26,5	13,3	3,1	2,2	44,5	8,0	112,6	50,6	83,3	
44	3961	37,1	2,8	17,5	11,0	5,1	2,3	34,3	8,3	30,9	42,4	33,7	
45	3983	37,5	2,6	20,5	9,2	3,4	2,0	37,6	4,2	116,6	116,4	55,0	
46	4020	39,6	2,3	18,0	9,4	3,6	2,0	38,0	4,2	104,7	137,7	174,0	
47	4022	46,2	2,4	13,0	9,0	1,9	2,0	59,0	6,0	75,0	42,0	36,0	
48	4029	48,7	2,9	20,0	9,9	2,5	1,7	55,0	10,0	112,0	80,0	25,0	
49	4052	50,1	3,3	26,5	11,2	2,4	2,3	48,0	12,0	78,0	56,0	48,0	
50	4058	33,3	2,3	24,0	11,7	3,6	2,8	35,8	11,7	72,1	53,7	68,3	
51	4066	40,6	3,0	12,0	11,0	5,0	2,6	40,4	5,6	69,2	30,0	43,2	
52	4078	32,2	2,3	24,5	12,0	3,2	2,8	26,6	11,7	65,0	49,1	47,7	
53	4079	34,3	2,9	22,0	10,9	3,4	2,6	41,3	11,7	69,8	21,4	53,4	
54	4115	34,7	2,9	16,5	12,0	6,0	2,8	26,0	11,7	62,7	44,3	32,8	
55	4167	49,7	3,4	20,0	17,8	4,9	2,9	49,8	12,6	150,5	79,1	85,8	
56	4182	45,5	1,6	25,0	13,5	4,3	2,5	43,1	13,4	43,6	65,6	31,9	
57	4202	29,1	1,8	23,0	11,7	3,8	2,8	39,4	15,1	53,2	54,0	66,4	
58	4203	33,6	1,6	28,5	9,5	4,3	2,2	38,9	11,7	92,0	52,0	34,6	
59	4240	47,6	2,7	15,0	10,0	4,6	2,5	47,5	7,6	69,2	38,0	36,3	
60	4255	35,0	2,1	25,0	10,3	2,7	1,8	35,0	4,2	87,0	46,3	35,8	
61	4260	37,1	2,2	25,0	7,2	4,2	2,5	34,8	13,4	50,0	54,0	21,0	
62	4266	40,6	3,6	26,0	11,2	4,3	2,8	36,6	13,4	40,4	67,5	41,9	

Continuação...

Apêndice 1. Continuação.

Talhão	Prod	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg/ha	g/kg								mg/kg		
63	4292	27,0	2,1	21,0	9,9	2,9	2,0	40,7	4,2	101,8	51,3	51,2
64	4304	51,8	2,9	22,0	11,0	2,1	2,2	51,0	12,0	78,0	84,0	42,0
65	4307	41,3	2,9	20,0	10,7	2,0	1,4	42,0	6,0	94,0	41,0	37,0
66	4335	33,3	3,1	21,5	12,6	4,8	2,7	46,2	13,5	60,2	61,4	85,6
67	4340	37,5	3,0	25,0	11,2	2,8	2,7	46,9	15,3	50,7	55,2	60,3
68	4347	40,6	3,5	28,5	12,9	3,3	3,5	45,3	11,7	105,5	149,1	118,8
69	4363	30,5	2,0	26,0	10,4	4,1	2,4	38,2	11,7	34,1	61,7	41,0
70	4377	42,4	3,0	22,0	8,9	4,2	2,8	39,3	8,8	240,8	57,0	81,7
71	4390	49,4	3,0	22,0	9,3	2,1	2,2	51,0	8,0	100,0	72,0	34,0
72	4393	30,5	3,9	18,5	8,8	1,7	2,0	50,0	6,0	56,0	35,0	26,0
73	4410	48,0	2,9	22,0	9,9	1,8	1,7	48,0	6,0	88,0	46,0	34,0
74	4412	36,8	2,8	25,0	10,0	3,7	2,4	42,2	6,1	116,6	53,8	46,4
75	4419	46,2	2,9	18,5	9,3	2,0	2,1	59,0	6,0	69,0	49,0	30,0
76	4420	55,0	3,4	25,0	9,6	2,2	2,9	56,0	8,0	88,0	52,0	53,0
77	4421	38,2	3,6	28,5	15,5	4,3	2,2	38,8	8,9	164,9	70,0	103,9
78	4425	45,9	3,5	29,0	8,9	1,9	2,1	54,0	8,0	84,0	38,0	29,0
79	4429	43,8	2,4	26,5	11,6	3,9	2,7	40,2	17,2	55,5	122,9	67,2
80	4436	43,4	2,8	25,0	10,8	2,4	1,9	46,0	6,0	84,0	49,0	35,0
81	4436	32,6	2,2	24,0	10,8	4,2	2,5	34,8	11,7	56,4	65,6	31,9
82	4445	51,8	2,8	23,0	12,5	2,4	1,6	56,0	8,0	97,0	48,0	45,0
83	4460	44,1	3,2	25,0	10,4	1,9	1,8	50,0	12,0	84,0	34,0	38,0
84	4480	32,2	3,3	26,5	16,0	4,3	1,9	40,5	8,9	93,2	60,9	69,0
85	4513	38,5	2,7	21,5	12,0	4,3	4,3	37,1	15,1	69,1	79,1	51,0
86	4516	46,6	2,8	24,0	18,0	4,1	2,4	39,4	8,9	125,4	70,0	69,0
87	4549	56,7	3,2	13,0	8,4	1,9	2,1	61,0	10,0	84,0	41,0	55,0
88	4576	33,6	2,9	22,0	10,0	3,2	1,9	43,8	4,2	113,6	42,6	37,7
89	4583	35,0	2,7	25,0	10,9	3,1	2,8	40,3	13,5	57,9	46,0	72,9
90	4585	38,9	3,2	24,0	10,7	2,8	1,7	43,9	11,7	76,9	67,5	59,2
91	4651	31,2	2,4	17,0	7,8	2,3	2,0	40,1	8,0	98,8	46,3	67,5
92	4652	38,5	3,7	23,5	15,3	4,9	1,9	41,9	10,8	111,1	90,5	122,0
93	4676	46,9	2,2	24,5	11,2	3,5	2,0	38,9	7,2	77,7	19,3	37,3
94	4697	36,8	3,1	23,0	11,9	3,1	2,3	45,1	11,7	134,0	62,9	55,5

Continuação...

Apêndice 1. Continuação.

Talhão	Prod	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	--- kg/ha ---	----- g/kg -----							----- mg/kg -----				
95	4729	41,7	2,9	21,5	11,3	2,3	1,4	52,0	8,0	97,0	42,0	46,0	
96	4753	36,4	2,2	25,0	10,6	2,9	3,3	26,9	15,3	96,0	56,8	84,4	
97	4753	35,7	3,4	27,5	15,6	4,3	2,2	42,8	10,8	78,9	67,7	84,5	
98	4759	44,1	3,0	17,0	12,1	4,1	2,7	29,5	8,0	105,5	38,3	33,7	
99	4760	32,6	3,0	24,0	12,0	2,9	2,5	35,8	9,9	81,7	79,8	78,7	
100	4763	44,1	2,9	17,5	12,4	4,5	2,5	35,1	8,0	96,0	36,8	46,3	
101	4769	45,9	3,4	27,0	8,1	2,1	1,3	40,0	8,0	72,0	38,0	30,0	
102	4785	37,1	2,8	25,0	11,0	3,2	3,2	32,3	2,6	76,9	56,8	72,9	
103	4836	44,8	3,3	25,0	9,5	2,2	2,5	46,0	8,0	125,0	65,0	54,0	
104	4845	38,5	3,0	25,0	15,0	4,1	2,1	39,7	8,9	107,5	88,2	66,4	
105	4925	41,0	3,2	19,5	15,9	5,0	2,3	36,9	8,9	103,9	97,2	69,0	
106	4948	29,1	3,5	24,0	9,7	3,3	3,6	36,9	17,2	62,6	55,2	53,4	
107	5006	39,2	3,2	23,5	18,0	4,1	2,5	37,1	8,9	110,4	72,3	65,1	
108	5210	40,6	2,8	15,5	8,0	2,1	1,9	46,0	8,0	75,0	52,0	37,0	
109	5291	40,3	2,5	17,0	12,3	4,1	2,8	52,1	13,5	67,4	41,4	62,6	
110	5430	37,8	3,5	29,0	9,5	2,6	2,0	43,2	7,6	32,0	49,9	71,7	
111	5583	33,6	2,5	24,0	9,8	2,6	2,1	34,8	6,1	95,9	37,5	48,3	

¹ Incluindo 84 amostras coletadas no ano agrícola 2000/2001 por Maeda (2002).

Apêndice 2. Produtividade, índice de equilíbrio nutricional médio¹ (IENm) e índices DRIS² de nutrientes, subpopulação de baixa produtividade, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, subpopulação de baixa produtividade³.

Talhão	Produtividade ---kg/ha---	IENm	Índice DRIS (I)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	2363	0,847	1,106	0,548	0,680	-1,446	-1,269	0,247	-0,497	-0,240	0,166	1,911	-1,206
2	2390	0,824	-0,809	-0,798	-0,170	0,429	0,751	-0,795	-0,642	-1,035	-0,284	2,853	0,499
3	2685	0,870	0,399	0,366	-0,508	0,755	1,388	1,282	-0,032	0,595	-0,235	-1,646	-2,364
4	2844	0,730	0,091	-0,706	-0,476	-0,167	1,434	0,169	1,075	-1,000	-1,312	1,245	-0,353
5	2861	0,964	-0,568	-2,643	0,743	0,031	1,166	0,005	0,289	0,900	-1,532	2,167	-0,559
6	2921	0,552	0,977	-0,122	0,260	0,367	-1,165	-0,346	0,230	0,826	-0,300	0,377	-1,104
7	2942	0,738	-0,564	0,498	-0,338	-0,787	0,291	0,022	0,076	-1,744	1,549	1,625	-0,627
8	3009	0,987	-0,413	-2,948	0,117	0,553	1,087	0,032	0,890	0,508	-1,527	2,242	-0,540
9	3020	0,672	-0,333	-0,821	-1,529	-0,173	1,377	0,452	1,355	-0,287	-0,550	0,424	0,086
10	3187	0,521	-1,061	-0,639	0,062	0,311	0,451	1,119	0,528	-0,375	-0,457	0,397	-0,336
11	3194	0,859	0,651	1,146	0,347	-1,936	-1,159	0,014	-0,395	0,633	0,755	1,179	-1,237
12	3247	0,981	-0,398	-1,746	0,451	-0,546	1,681	0,478	0,531	-0,070	-2,062	2,252	-0,573
13	3290	0,665	0,474	0,235	0,508	0,285	1,159	0,538	0,038	-1,005	0,422	-2,138	-0,516
14	3310	0,659	-0,695	0,534	-1,419	-0,221	0,757	0,497	0,477	1,249	-0,613	0,109	-0,675
15	3324	0,437	-0,178	0,772	-0,294	-1,266	0,152	-0,221	-0,301	0,380	-0,144	0,877	0,224
16	3339	0,783	-0,014	-1,035	-0,835	-0,299	0,653	0,445	0,260	0,775	-1,736	2,174	-0,388
17	3359	0,560	-0,349	-1,498	0,642	-0,500	0,560	0,551	-0,198	0,487	0,760	0,078	-0,533
18	3396	0,544	0,493	-0,610	0,691	-1,662	-0,087	-0,286	-0,349	0,929	0,145	0,680	0,056
19	3503	0,672	-1,202	-1,414	-1,036	0,168	-0,012	0,480	0,248	0,622	-0,030	0,859	1,317
20	3517	0,439	0,699	-0,383	0,369	-0,089	-0,987	-0,013	0,231	0,721	-0,508	0,396	-0,438
21	3540	0,753	0,009	-0,412	-0,749	0,279	1,752	0,285	0,583	-1,513	1,235	-0,140	-1,329
22	3563	0,798	-0,036	0,359	-1,918	0,596	1,626	1,298	-0,149	0,507	-0,116	-1,786	-0,381
23	3564	0,428	-0,486	-0,527	-0,077	0,012	0,054	0,895	-0,935	0,810	-0,286	0,584	-0,045
24	3579	0,599	0,225	0,462	0,232	-0,266	-0,817	-0,610	0,183	0,268	-0,375	1,926	-1,228
25	3638	0,837	0,398	0,808	0,083	0,106	1,208	1,109	-1,852	0,890	-0,661	-2,023	-0,066
26	3640	0,563	-0,331	-0,538	0,298	-0,736	1,227	-0,412	0,344	-0,786	-0,293	0,813	0,415
27	3662	0,480	0,085	-0,457	-0,742	-0,389	0,885	0,580	-0,041	1,092	-0,073	-0,389	-0,551
28	3670	0,922	0,137	-1,471	0,931	-0,865	1,247	0,899	-0,284	-0,025	-1,790	1,855	-0,634
29	3731	0,777	0,352	-0,277	0,477	-1,586	-1,278	-0,187	0,207	-0,373	0,570	2,666	-0,572

Continuação ...

Apêndice 2. Continuação.

Talhão	Produtividade ---kg/ha---	IENm	Índice DRIS (I)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
30	3744	0,887	0,580	1,421	-0,313	-0,600	-0,734	-0,131	1,430	-0,683	-1,117	1,447	-1,301
31	3787	0,688	-0,754	-0,641	0,561	0,122	0,617	-0,939	0,484	-1,451	0,225	1,248	0,529
32	3803	0,961	0,217	-1,625	-0,749	0,618	1,633	0,602	-0,331	0,729	-1,957	1,486	-0,623
33	3805	0,520	-0,176	0,249	0,308	-0,383	0,822	0,679	-0,221	0,801	-1,333	-0,714	-0,033
34	3813	0,744	-1,005	-1,538	0,582	-0,519	1,245	0,846	0,050	0,424	0,153	0,791	-1,031
35	3821	0,914	0,471	-0,340	1,370	-1,389	-1,235	-0,042	0,925	0,692	-0,523	1,567	-1,496
36	3852	0,533	-0,363	0,085	-0,305	-0,341	-0,390	0,355	0,444	1,219	-1,376	0,829	-0,159
37	3852	0,993	-0,037	1,237	1,045	-2,929	0,165	0,425	0,699	0,250	-0,962	1,642	-1,536
38	3887	0,857	0,087	1,338	0,135	-0,721	1,229	0,570	1,353	-0,531	-0,166	-2,348	-0,947
39	3911	0,672	-0,602	0,000	-0,072	1,424	1,136	-0,479	-0,855	-0,172	-0,780	1,138	-0,737
40	3923	0,791	-0,170	0,045	-1,208	0,323	1,959	1,134	0,892	-0,936	-0,525	-1,098	-0,416
41	3926	0,513	0,684	-0,050	-1,401	0,023	1,085	0,247	-0,179	-0,583	0,424	0,359	-0,609
42	3944	0,608	-1,047	0,357	0,265	0,845	0,593	-0,522	-0,625	-0,335	-0,815	0,005	1,280
43	3950	0,385	-0,426	-0,129	0,248	0,291	-0,248	-0,329	-0,055	-0,463	0,519	-0,467	1,059
44	3961	0,776	0,353	0,500	-0,403	0,446	2,166	0,560	-0,144	0,242	-2,571	-0,253	-0,895
45	3983	0,705	-0,088	-0,363	-0,266	-0,778	0,437	-0,278	-0,244	-1,861	0,956	2,370	0,116
46	4020	1,164	-0,087	-1,143	-1,016	-1,047	0,289	-0,572	-0,419	-2,118	0,392	2,527	3,194
47	4022	0,618	1,115	-0,133	-1,364	-0,030	-0,821	0,317	1,819	-0,463	0,147	-0,088	-0,500
48	4029	0,770	0,708	-0,045	-0,406	-0,379	-0,484	-0,800	0,955	0,414	0,828	1,327	-2,119
49	4052	0,370	0,596	0,207	0,348	-0,174	-0,900	-0,075	0,211	0,676	-0,455	-0,010	-0,423
50	4058	0,493	-0,624	-0,969	0,202	0,070	0,446	0,661	-0,475	0,681	-0,547	-0,098	0,654
51	4066	0,847	0,505	0,638	-1,918	0,311	2,013	0,890	0,298	-0,840	-0,307	-1,368	-0,224
52	4078	0,581	-0,409	-0,626	0,565	0,497	0,314	0,923	-1,285	0,899	-0,613	-0,108	-0,158
53	4079	0,599	-0,346	0,255	0,140	0,147	0,606	0,718	0,221	0,939	-0,408	-2,543	0,271
54	4115	0,892	-0,142	0,365	-0,925	0,395	2,358	0,892	-1,408	0,894	-0,741	-0,415	-1,273
55	4167	0,499	-0,209	-0,521	-1,531	0,591	0,518	-0,129	-0,354	0,156	0,762	0,226	0,490
56	4182	1,042	0,696	-2,374	0,517	0,817	1,173	0,416	0,293	1,143	-1,910	0,675	-1,446
57	4202	0,746	-0,979	-1,807	0,211	0,227	0,724	0,766	0,082	1,422	-1,319	0,012	0,662
58	4203	0,748	-0,332	-2,210	1,153	-0,476	1,336	0,127	0,098	0,900	0,410	0,087	-1,094

Continuação...

Apêndice 2. Continuação

Talhão	Produtividade ---kg/ha---	IENm	Índice DRIS (I)										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
59	4240	0,691	0,899	-0,046	-1,262	-0,222	1,626	0,601	0,675	-0,177	-0,439	-0,786	-0,869
60	4255	0,486	0,214	-0,643	1,064	0,371	0,240	-0,060	0,045	-1,392	0,581	0,158	-0,578
61	4260	0,991	0,290	-0,587	0,902	-1,246	1,571	0,781	-0,147	1,443	-1,157	0,463	-2,314
62	4266	0,743	-0,040	0,729	0,328	-0,220	0,982	0,552	-0,626	0,959	-2,348	0,537	-0,852
63	4292	0,566	-0,897	-0,722	0,320	0,070	0,342	0,174	0,579	-1,495	0,955	0,329	0,344
64	4304	0,595	0,796	-0,247	-0,258	-0,148	-1,281	-0,158	0,504	0,713	-0,399	1,260	-0,782
65	4307	0,545	0,644	0,543	0,105	0,492	-0,772	-0,941	0,493	-0,513	0,721	-0,255	-0,516
66	4335	0,579	-1,040	-0,122	-0,586	-0,050	1,067	0,211	0,102	0,788	-1,375	-0,008	1,014
67	4340	0,475	-0,376	-0,031	0,227	-0,116	-0,386	0,480	0,321	1,323	-1,653	-0,049	0,260
68	4347	0,718	-0,941	-0,387	-0,224	-0,645	-0,764	0,469	-0,649	-0,079	-0,263	2,083	1,398
69	4363	0,832	-0,551	-1,103	0,916	0,052	1,266	0,515	0,176	0,970	-2,408	0,680	-0,512
70	4377	0,776	-0,259	-0,440	-0,613	-1,588	0,596	0,253	-0,702	-0,379	2,606	-0,289	0,815
71	4390	0,563	0,779	0,095	-0,060	-0,604	-1,055	0,048	0,676	-0,171	0,497	1,002	-1,207
72	4393	0,735	-0,350	2,066	0,048	0,067	-1,014	0,473	1,385	-0,326	-0,572	-0,476	-1,302

¹ Calculado conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c=1, conforme Wadt *et al.* (1998a). 3 ≤ media + 0,5 s.

Apêndice 3 . Potencial de resposta à adubação¹ (PRA), pelo método DRIS², em talhões de soja, subpopulação de baixa produtividade³, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, com amostras coletadas nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

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

Continuação...

Apêndice 3. Continuação.

Talhão	Potencial de resposta à adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
31	pz	z	z	z	z	pz	z	p	z	n	z
32	z	pz	z	z	n	z	z	z	p	nz	z
33	z	z	z	z	n	nz	z	nz	p	pz	z
34	pz	p	z	z	n	nz	z	z	z	nz	pz
35	z	z	nz	pz	pz	z	nz	z	z	n	p
36	z	z	z	z	z	z	z	n	p	nz	z
37	z	nz	nz	p	z	z	z	z	z	n	pz
38	z	nz	z	z	nz	z	n	z	z	p	pz
39	z	z	z	n	nz	z	p	z	pz	nz	pz
40	z	z	p	z	n	nz	nz	pz	z	pz	z
41	nz	z	p	z	n	z	z	pz	z	z	pz
42	p	z	z	nz	z	z	pz	z	pz	z	n
43	pz	z	z	z	z	z	z	pz	nz	p	n
44	z	z	z	z	n	z	z	z	p	z	pz
45	z	z	z	pz	z	z	z	p	nz	n	z
46	z	z	z	z	z	z	z	p	z	nz	n
47	nz	z	p	z	pz	z	n	z	z	z	z
48	z	z	z	z	z	pz	nz	z	nz	n	p
49	nz	z	z	z	p	z	z	n	pz	z	pz
50	pz	p	z	z	z	nz	z	n	pz	z	nz
51	z	z	p	z	n	nz	z	z	z	pz	z
52	z	pz	z	z	z	n	p	nz	pz	z	z
53	z	z	z	z	nz	nz	z	n	z	p	z
54	z	z	pz	z	n	nz	p	nz	z	z	pz
55	z	pz	p	nz	nz	z	z	z	n	z	z
56	z	p	z	z	n	z	z	nz	pz	z	pz
57	pz	p	z	z	z	nz	z	n	pz	z	z
58	z	p	nz	z	n	z	z	nz	z	z	pz
59	nz	z	p	z	n	z	z	z	z	pz	pz
60	z	pz	n	z	z	z	z	p	nz	z	pz
61	z	z	z	pz	n	z	z	nz	pz	z	p

Continuação...

Apêndice 3. Continuação.

Talhão	Potencial de resposta à adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
62	z	z	z	z	n	z	z	nz	p	z	pz
63	pz	pz	z	z	z	z	nz	p	n	z	z
64	nz	z	z	z	p	z	z	nz	z	n	pz
65	nz	z	z	z	pz	p	z	z	n	z	z
66	pz	z	pz	z	n	z	z	nz	p	z	nz
67	z	z	z	z	z	nz	z	n	p	z	z
68	p	z	z	z	pz	z	z	z	z	n	nz
69	z	pz	nz	z	n	z	z	nz	p	z	z
70	z	z	z	p	z	z	z	z	n	z	nz
71	nz	z	z	pz	pz	z	nz	z	z	n	p
72	z	n	z	z	pz	z	nz	z	z	z	p

¹ z = nula, p = positiva e muito provável, pz = positiva e pouco provável, n = negativa e muito provável, nz = negativa e pouco provável, conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c = 1, conforme Wadt *et al.* (1998a).

³ ≤ média + 0,5 s.

Apêndice 4 . Estado nutricional¹, pelo método DRIS², em talhões de soja, subpopulação de baixa produtividade³, na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, em amostras coletadas nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

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

Continuação...

Apêndice 4. Continuação.

Talhão	Estado nutricional										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
31	LF	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LF	NL	LE	NL
32	NL	LF	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	NL
33	NL	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LE	LF	LF	NL
34	LF	LF	NL	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LE	LF
35	NL	NL	LE	LF	LF	NL	LE	NL	NL	LE	LF
36	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LF	LE	NL
37	NL	LE	LE	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LF
38	NL	LE	NL	NL	LE	NL	LE	NL	NL	LF	LF
39	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LF	NL	LF	LE	LF
40	NL	NL	LF	NL	LE	LE	LE	LF	NL	LF	NL
41	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	NL	LF
42	LF	NL	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LF	NL	LE
43	LF	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LE	LF	LE
44	NL	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	NL	LF
45	NL	NL	NL	LF	NL	NL	NL	LF	LE	LE	NL
46	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LF	NL	LE	LE
47	LE	NL	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL
48	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL	LE	LE	LF
49	LE	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LE	LF	NL	LF
50	LF	LF	NL	NL	NL	LE	NL	LE	LF	NL	LE
51	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
52	NL	LF	NL	NL	NL	LE	LF	LE	LF	NL	NL
53	NL	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LE	NL	LF	NL
54	NL	NL	LF	NL	LE	LE	LF	LE	NL	NL	LF
55	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL
56	NL	LF	NL	NL	LE	NL	NL	LE	LF	NL	LF
57	LF	LF	NL	NL	NL	LE	NL	LE	LF	NL	NL
58	NL	LF	LE	NL	LE	NL	NL	LE	NL	NL	LF
59	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LF
60	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL	LF
61	NL	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	LF	NL	LF

Continuação...

Apêndice 3. Continuação.

Talhão	Potencial de resposta à adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
62	z	z	z	z	n	z	z	nz	p	z	pz
63	pz	pz	z	z	z	z	nz	p	n	z	z
64	nz	z	z	z	p	z	z	nz	z	n	pz
65	nz	z	z	z	pz	p	z	z	n	z	z
66	pz	z	pz	z	n	z	z	nz	p	z	nz
67	z	z	z	z	z	nz	z	n	p	z	z
68	p	z	z	z	pz	z	z	z	z	n	nz
69	z	pz	nz	z	n	z	z	nz	p	z	z
70	z	z	z	p	z	z	z	z	n	z	nz
71	nz	z	z	pz	pz	z	nz	z	z	n	p
72	z	n	z	z	pz	z	nz	z	z	z	p

¹ z = nula, p = positiva e muito provável, pz = positiva e pouco provável, n = negativa e muito provável, nz = negativa e pouco provável, conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Alvarez V. e Leite (1999), utilizando um fator de ajuste c = 1, conforme Wadt *et al.* (1998a).

³ ≤ média + 0,5 s.

Apêndice 5. Produtividade, índice de equilíbrio nutricional médio¹ (IENm) e índices CND² de nutrientes, subpopulação de baixa produtividade³, em amostras de soja coletadas na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

Talhão	Produtividade	IENm	Índices CND										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---kg/ha---												
1	2363	1,149	1,468	1,002	1,043	-2,500	-1,661	0,332	-0,398	-0,274	0,200	2,298	-1,459
2	2390	1,158	-1,220	-1,420	-0,282	0,905	1,072	-1,030	-0,940	-1,160	-0,325	3,626	0,764
3	2685	1,152	0,585	0,624	-0,690	1,317	1,712	1,789	0,037	0,688	-0,269	-2,085	-2,883
4	2844	0,918	0,110	-1,159	-0,740	-0,214	1,751	0,235	1,188	-1,164	-1,606	1,528	-0,398
5	2861	1,292	-1,040	-4,530	0,821	-0,034	1,424	-0,024	-0,013	1,051	-1,990	2,653	-0,634
6	2921	0,706	1,349	-0,042	0,431	0,494	-1,458	-0,477	0,425	0,969	-0,346	0,422	-1,353
7	2942	0,933	-0,715	0,750	-0,515	-1,260	0,308	-0,022	0,042	-2,076	1,870	1,960	-0,744
8	3009	1,332	-0,789	-4,978	-0,082	0,828	1,352	0,006	0,705	0,592	-1,966	2,744	-0,611
9	3020	0,896	-0,435	-1,426	-2,315	-0,262	1,684	0,613	1,457	-0,328	-0,697	0,525	0,117
10	3187	0,689	-1,358	-1,067	0,076	0,566	0,624	1,565	0,485	-0,407	-0,559	0,522	-0,355
11	3194	1,196	0,929	1,934	0,562	-3,321	-1,564	0,014	-0,274	0,747	0,908	1,394	-1,513
12	3247	1,294	-0,708	-2,991	0,496	-0,886	2,058	0,670	0,376	-0,056	-2,587	2,781	-0,628
13	3290	0,932	0,744	0,561	0,846	0,648	1,443	0,778	0,177	-1,184	0,580	-2,640	-0,652
14	3310	0,853	-0,890	0,714	-2,098	-0,389	0,919	0,699	0,482	1,484	-0,776	0,136	-0,797
15	3324	0,613	-0,241	1,189	-0,414	-2,071	0,151	-0,270	-0,337	0,476	-0,181	1,111	0,308
16	3339	1,061	-0,158	-1,819	-1,304	-0,514	0,835	0,654	0,169	0,965	-2,152	2,718	-0,384
17	3359	0,792	-0,621	-2,573	0,764	-0,897	0,633	0,710	-0,420	0,540	0,835	0,048	-0,672
18	3396	0,766	0,533	-1,035	0,919	-2,834	-0,214	-0,399	-0,420	1,090	0,119	0,816	0,052
19	3503	0,957	-1,719	-2,520	-1,653	0,242	0,070	0,663	0,013	0,767	-0,090	1,134	1,654
20	3517	0,579	0,947	-0,513	0,558	-0,253	-1,238	-0,011	0,364	0,860	-0,615	0,469	-0,540
21	3540	0,976	0,037	-0,678	-1,132	0,580	2,130	0,351	0,638	-1,821	1,502	-0,237	-1,624
22	3563	1,080	-0,117	0,391	-2,842	1,032	2,021	1,779	-0,249	0,581	-0,163	-2,214	-0,489
23	3564	0,616	-0,797	-1,021	-0,174	0,020	0,134	1,264	-1,234	0,986	-0,382	0,766	0,003
24	3579	0,802	0,362	0,826	0,387	-0,505	-1,038	-0,834	0,304	0,326	-0,448	2,345	-1,453
25	3638	1,051	0,344	1,152	0,124	0,258	1,513	1,567	-2,173	1,046	-0,818	-2,475	-0,096
26	3640	0,747	-0,553	-1,014	0,300	-1,217	1,430	-0,623	0,242	-0,962	-0,426	0,967	0,480
27	3662	0,666	0,013	-0,882	-1,175	-0,683	1,047	0,790	-0,130	1,276	-0,142	-0,504	-0,683
28	3670	1,251	-0,049	-2,523	1,220	-1,434	1,508	1,252	-0,507	-0,006	-2,255	2,282	-0,721
29	3731	1,050	0,464	-0,400	0,663	-2,759	-1,674	-0,292	0,287	-0,434	0,660	3,239	-0,680
30	3744	1,227	1,012	2,497	-0,335	-1,097	-1,011	-0,204	1,894	-0,805	-1,329	1,706	-1,601

Continuação...

Apêndice 5. Continuação

Talhão	Produtividade ---kg/ha---	IENm	Índices CND										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
31	3787	0,883	-1,066	-1,137	0,701	0,211	0,728	-1,368	0,383	-1,755	0,225	1,508	0,631
32	3803	1,324	0,003	-2,863	-1,241	1,054	2,079	0,859	-0,607	0,885	-2,439	1,859	-0,678
33	3805	0,676	-0,282	0,318	0,429	-0,630	0,993	0,959	-0,304	0,954	-1,652	-0,871	-0,048
34	3813	1,028	-1,474	-2,690	0,669	-0,875	1,501	1,138	-0,210	0,486	0,090	0,944	-1,230
35	3821	1,243	0,761	-0,344	2,029	-2,455	-1,640	-0,054	1,221	0,830	-0,650	1,870	-1,820
36	3852	0,684	-0,465	0,077	-0,461	-0,666	-0,490	0,507	0,480	1,465	-1,703	1,035	-0,169
37	3852	1,391	0,018	1,964	1,471	-5,039	-0,071	0,517	0,866	0,259	-1,270	1,892	-1,931
38	3887	1,189	0,365	2,300	0,265	-1,187	1,360	0,743	1,727	-0,676	-0,198	-2,994	-1,268
39	3911	0,921	-0,878	-0,075	-0,066	2,567	1,558	-0,579	-1,097	-0,162	-0,905	1,480	-0,765
40	3923	1,019	-0,156	0,047	-1,754	0,661	2,426	1,569	1,005	-1,099	-0,624	-1,359	-0,511
41	3926	0,667	0,776	-0,216	-2,121	0,043	1,293	0,290	-0,244	-0,724	0,484	0,387	-0,760
42	3944	0,852	-1,403	0,525	0,445	1,596	0,882	-0,636	-0,828	-0,343	-0,941	0,131	1,645
43	3950	0,493	-0,529	-0,170	0,391	0,551	-0,246	-0,435	-0,083	-0,531	0,662	-0,523	1,300
44	3961	1,000	0,375	0,702	-0,589	0,836	2,675	0,809	-0,199	0,293	-3,138	-0,316	-1,067
45	3983	0,941	-0,226	-0,680	-0,459	-1,228	0,519	-0,418	-0,380	-2,196	1,142	2,913	0,186
46	4020	1,620	-0,408	-2,105	-1,655	-1,693	0,380	-0,830	-0,728	-2,477	0,427	3,193	3,920
47	4022	0,856	1,604	-0,101	-2,011	-0,269	-1,138	0,331	2,258	-0,597	0,160	-0,229	-0,718
48	4029	1,009	1,054	0,055	-0,584	-0,734	-0,704	-1,140	1,251	0,457	1,004	1,536	-2,587
49	4052	0,524	0,870	0,474	0,576	-0,356	-1,131	-0,081	0,387	0,812	-0,530	-0,023	-0,521
50	4058	0,701	-1,001	-1,763	0,172	0,091	0,586	0,908	-0,762	0,808	-0,726	-0,088	0,806
51	4066	1,134	0,666	0,959	-2,785	0,635	2,475	1,222	0,370	-1,001	-0,356	-1,703	-0,300
52	4078	0,824	-0,777	-1,235	0,711	0,783	0,433	1,264	-1,691	1,051	-0,813	-0,125	-0,178
53	4079	0,740	-0,418	0,375	0,189	0,219	0,718	0,980	0,233	1,083	-0,519	-3,148	0,257
54	4115	1,174	-0,416	0,301	-1,420	0,779	2,943	1,262	-1,791	1,049	-0,944	-0,507	-1,500
55	4167	0,746	-0,311	-0,885	-2,203	1,153	0,784	-0,094	-0,457	0,244	0,985	0,386	0,699
56	4182	1,380	0,747	-3,862	0,644	1,344	1,483	0,610	0,230	1,365	-2,362	0,822	-1,711
57	4202	1,046	-1,520	-3,204	0,095	0,277	0,915	1,034	-0,233	1,673	-1,715	0,036	0,806
58	4203	1,024	-0,616	-3,707	1,476	-0,820	1,576	0,142	-0,108	1,022	0,399	0,052	-1,343
59	4240	0,899	1,205	-0,062	-1,843	-0,312	1,948	0,830	0,855	-0,217	-0,530	-1,010	-1,083
60	4255	0,643	0,260	-0,978	1,519	0,630	0,272	-0,134	0,034	-1,681	0,697	0,136	-0,733
61	4260	1,295	0,245	-1,077	1,188	-2,137	1,792	1,062	-0,252	1,673	-1,509	0,477	-2,828

Continuação...

Apêndice 5. Continuação

Talhão	Produtividade ---kg/ha---	IENm	Índices CND										
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
62	4266	0,959	-0,104	1,119	0,528	-0,289	1,240	0,846	-0,727	1,180	-2,853	0,704	-0,964
63	4292	0,695	-1,200	-1,246	0,362	0,103	0,396	0,157	0,506	-1,805	1,116	0,365	0,386
64	4304	0,773	1,090	-0,306	-0,363	-0,397	-1,617	-0,228	0,696	0,848	-0,488	1,516	-0,950
65	4307	0,785	0,953	1,011	0,192	0,729	-1,020	-1,364	0,714	-0,663	0,892	-0,397	-0,698
66	4335	0,777	-1,443	-0,385	-0,910	-0,020	1,372	0,338	-0,061	0,967	-1,699	0,070	1,282
67	4340	0,606	-0,495	-0,097	0,312	-0,295	-0,478	0,679	0,328	1,582	-2,042	-0,042	0,315
68	4347	0,974	-1,333	-0,745	-0,338	-1,023	-0,827	0,714	-0,895	-0,006	-0,317	2,694	1,818
69	4363	1,087	-0,884	-1,948	1,206	0,052	1,552	0,719	-0,007	1,149	-3,010	0,836	-0,598
70	4377	1,065	-0,453	-0,855	-0,991	-2,565	0,686	0,330	-0,915	-0,455	3,135	-0,344	0,983
71	4390	0,769	1,143	0,306	-0,049	-1,120	-1,384	0,033	0,945	-0,212	0,612	1,162	-1,489
72	4393	1,008	-0,147	3,491	0,188	-0,051	-1,360	0,580	1,789	-0,427	-0,688	-0,696	-1,669

¹ Calculado conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c), com média geométrica dos constituintes da matéria seca (G), expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a $1 \cdot 10^6$ mg/kg menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados, expressos em mg/kg.

Apêndice 6 . Potencial de resposta à adubação¹ (PRA), pelo método CND², em talhões de soja, subpopulação de baixa produtividade³, amostrados na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

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

Continuação...

Apêndice 6. Continuação.

Talhão	Potencial de resposta à adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
32	z	p	z	z	n	z	z	z	pz	nz	z
33	z	z	z	z	n	nz	z	nz	p	pz	z
34	pz	p	z	z	n	nz	z	z	z	z	pz
35	z	z	n	p	pz	z	z	z	z	nz	pz
36	z	z	z	z	z	z	z	n	p	nz	z
37	z	n	nz	p	z	z	z	z	z	nz	pz
38	z	n	z	z	nz	z	nz	z	z	p	pz
39	z	z	z	n	nz	z	p	z	z	nz	z
40	z	z	p	z	n	nz	z	pz	z	pz	z
41	nz	z	p	z	n	z	z	pz	z	z	pz
42	p	z	z	nz	nz	z	z	z	pz	z	n
43	pz	z	z	nz	z	z	z	p	nz	pz	n
44	z	z	z	z	n	z	z	z	p	z	pz
45	z	z	z	pz	z	z	z	p	nz	n	z
46	z	pz	pz	pz	z	z	z	p	z	nz	n
47	nz	z	p	z	pz	z	n	z	z	z	z
48	nz	z	z	z	z	pz	nz	z	z	n	p
49	n	z	nz	z	p	z	z	nz	pz	z	z
50	pz	p	z	z	z	n	pz	nz	pz	z	nz
51	z	z	p	z	n	nz	z	z	z	pz	z
52	z	pz	z	z	z	n	p	nz	z	z	z
53	z	z	z	z	z	nz	z	n	z	p	z
54	z	z	pz	z	n	nz	p	z	z	z	pz
55	z	pz	p	n	nz	z	z	z	nz	z	z
56	z	p	z	z	n	z	z	z	pz	z	pz
57	pz	p	z	z	z	z	z	n	pz	z	z
58	z	p	nz	z	n	z	z	z	z	z	pz
59	nz	z	p	z	n	z	z	z	z	pz	pz
60	z	pz	n	z	z	z	z	p	nz	z	pz
61	z	z	z	pz	n	z	z	nz	pz	z	p
62	z	nz	z	z	n	z	z	nz	p	z	pz
63	pz	pz	z	z	z	z	z	p	n	z	z

Continuação...

Apêndice 6. Continuação.

Talhão	Potencial de resposta à adubação										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
64	nz	z	z	z	p	z	z	nz	z	n	pz
65	nz	n	z	z	pz	p	z	z	nz	z	z
66	pz	z	pz	z	n	z	z	nz	p	z	nz
67	z	z	z	z	z	nz	z	n	p	z	z
68	p	z	z	pz	z	z	z	z	z	n	nz
69	z	pz	nz	z	n	z	z	nz	p	z	z
70	z	z	z	p	z	z	z	z	n	z	z
71	nz	z	z	pz	pz	z	nz	z	z	n	p
72	z	n	z	z	pz	z	nz	z	z	z	p

¹ z = nula; p = positiva, com alta probabilidade; pz = positiva, com baixa probabilidade; n = negativa, com alta probabilidade; nz = negativa, com baixa probabilidade, conforme Wadt (1996). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c), com média geométrica dos constituintes da matéria seca (G), expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a $1 \cdot 10^6$ mg/kg menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados. ³ \leq média + 0,5 s.

Apêndice 7. Estado nutricional¹, pelo método CND², em talhões de soja, subpopulação de baixa produtividade³, amostrados na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

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

Continuação...

Apêndice 7. Continuação.

Talhão	Estado nutricional										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
32	NL	LF	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	NL
33	NL	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LE	LF	LF	NL
34	LF	LF	NL	NL	LE	LE	NL	NL	NL	NL	LF
35	NL	NL	LE	LF	LF	NL	NL	NL	NL	LE	LF
36	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LF	LE	NL
37	NL	LE	LE	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LF
38	NL	LE	NL	NL	LE	NL	LE	NL	NL	LF	LF
39	NL	NL	NL	LE	LE	NL	LF	NL	NL	LE	NL
40	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	LF	NL	LF	NL
41	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	LF	NL	NL	LF
42	LF	NL	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL	LE
43	LF	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	LE	LF	LE
44	NL	NL	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	NL	LF
45	NL	NL	NL	LF	NL	NL	NL	LF	LE	LE	NL
46	NL	LF	LF	LF	NL	NL	NL	LF	NL	LE	LE
47	LE	NL	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL
48	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	LF
49	LE	NL	LE	NL	LF	NL	NL	LE	LF	NL	NL
50	LF	LF	NL	NL	NL	LE	LF	LE	LF	NL	LE
51	NL	NL	LF	NL	LE	LE	NL	NL	NL	LF	NL
52	NL	LF	NL	NL	NL	LE	LF	LE	NL	NL	NL
53	NL	NL	NL	NL	NL	LE	NL	LE	NL	LF	NL
54	NL	NL	LF	NL	LE	LE	LF	NL	NL	NL	LF
55	NL	LF	LF	LE	LE	NL	NL	NL	LE	NL	NL
56	NL	LF	NL	NL	LE	NL	NL	NL	LF	NL	LF
57	LF	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LF	NL	NL
58	NL	LF	LE	NL	LE	NL	NL	NL	NL	NL	LF
59	LE	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LF
60	NL	LF	LE	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL	LF
61	NL	NL	NL	LF	LE	NL	NL	LE	LF	NL	LF
62	NL	LE	NL	NL	LE	NL	NL	LE	LF	NL	LF
63	LF	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LF	LE	NL	NL

Continuação...

Apêndice 7. Continuação.

Talhão	Estado nutricional										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
64	LE	NL	NL	NL	LF	NL	NL	LE	NL	LE	LF
65	LE	LE	NL	NL	LF	LF	NL	NL	LE	NL	NL
66	LF	NL	LF	NL	LE	NL	NL	LE	LF	NL	LE
67	NL	NL	NL	NL	NL	LE	NL	LE	LF	NL	NL
68	LF	NL	NL	LF	NL	NL	NL	NL	NL	LE	LE
69	NL	LF	LE	NL	LE	NL	NL	LE	LF	NL	NL
70	NL	NL	NL	LF	NL	NL	NL	NL	LE	NL	NL
71	LE	NL	NL	LF	LF	NL	LE	NL	NL	LE	LF
72	NL	LE	NL	NL	LF	NL	LE	NL	NL	NL	LF

¹ NL = não limitante, LF = limitante por falta, LE = limitante por excesso, conforme Silva (2001). ² Calculado conforme Khiari *et al.* (2001b,c) com média geométrica dos constituintes da matéria seca (G), expressa em mg/kg, utilizando um valor de complemento (R) igual a $1 \cdot 10^6$ mg/kg menos a soma das concentrações dos nutrientes avaliados. ³ \leq média + 0,5 s.

