

MARCUS VINICIUS LOCATELLI

**DIAGNOSE NUTRICIONAL DE LAVOURAS DE SOJA DA REGIÃO DE
CAMPO NOVO DOS PARECIS, MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

MARCUS VINICIUS LOCATELLI

**DIAGNOSE NUTRICIONAL DE LAVOURAS DE SOJA DA REGIÃO DE
CAMPO NOVO DOS PARECIS, MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de fevereiro de 2009.

Prof. Júlio César Lima Neves
(Co-orientador)

Prof. Roberto de Aquino Leite
(Co-orientador)

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

Prof. Renildes Lúcio Ferreira Fontes

Prof. Victor Hugo Alvarez V.
(Orientador)

“Idéias são ótimos começos para quem tem iniciativa”.

*Dedico aos meus pais João Marcos Locatelli e Marta Sueli Ferreira
Topazzo, e à minha irmã Mariana Topazzo Locatelli.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, João Marcos Locatelli e Marta Sueli Ferreira Topazzo, bem como à minha irmã, Mariana Topazzo Locatelli, pelos imensuráveis exemplos, auxílios, incentivos e atenção.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos pela oportunidade de adquirir conhecimentos de boa qualidade, e ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço aos amigos Ricardo Tadeu Pinheiro Lima, Guilherme Roberto Alvares Ribeiro, professor Marco Túlio David das Neves (*in memoriam*), Cenira Fialho, Diego Rodrigues, Lenise Mayra de Souza Assis, Simone de Souza Bhering, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Guilherme Resende Corrêa, Sandro Marcelo de Caires, Walcrislei Vercelli, Elton Luiz Valente, Ítalo Rocha Guedes Moraes, Débora Machado Corrêa, Kelly Gonçalves Primo, Fabiana Avelar e Rômulo Sangiorgi Balga Medina pela amizade e tudo mais que isso proporcionou e proporciona.

Agradeço à família Espeschit, especialmente nas pessoas de Cláudio e Márcia, pela amizade e acolhimento.

Agradeço à toda minha comissão orientadora no mestrado, os professores Victor Hugo Alvarez V., Júlio César Lima Neves e Roberto de Aquino Leite, pela paciência e pela disponibilidade em sempre me auxiliar.

Agradeço novamente aos professores Victor Hugo Alvarez V. e Júlio César Lima Neves pelas conversas extras temas de dissertação que me foram

de grande proveito, pela orientação em vários outros aspectos relacionados à minha vida profissional e pessoal, e por me serem bons exemplos.

Agradeço aos membros da banca, os professores Reinaldo Bertola Cantarutti e Renildes Lúcio Ferreira Fontes, por suas análises críticas neste trabalho e valiosas contribuições durante a defesa.

Agradeço à secretária do programa de pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas Luciana de Castro Freitas, pela simpatia, paciência e eficiência em auxiliar os estudantes.

Agradeço aos professores Victor Hugo Alvarez V., Júlio César Lima Neves, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer e João Carlos Ker, por ministrarem excelentes aulas durante o mestrado, e pelo aprendizado que me proporcionaram.

BIOGRAFIA

MARCUS VINICIUS LOCATELLI, filho de João Marcos Locatelli e Marta Sueli Ferreira Topazzo, e nasceu em Marília-SP no dia 4 de outubro de 1983.

Estudou no ensino fundamental na escola Instituto de Educação Sagrado Coração de Jesus, e no ensino médio na Escola Estadual Amilcare Mattei e Escola Estadual Antonio Augusto Neto, ambas na cidade de Marília-SP.

Iniciou o curso de agronomia na Universidade Federal de Viçosa no ano de 2001, *campus* de Viçosa-MG, graduando-se no ano de 2006.

Em outubro de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas na UFV, defendendo a dissertação em fevereiro de 2009.

Em agosto de 2009 iniciou o curso de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas na UFV.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE SÍMBOLOS	vii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	8
3.1. Origem do banco de dados	8
3.2. Diagnose pelo Índice Balanceado de Kenworthy (BK) e pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).....	9
3.3. Variabilidade das normas médias ao longo dos anos de cultivo	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	13
4.1. Caracterização das lavouras e obtenção das normas.....	13
4.2. Diagnósticos nutricionais das lavouras de soja no decorrer dos anos de cultivo	29
4.3. Variabilidade das normas médias BK e DRIS ao longo dos anos de cultivo.....	39
5. CONCLUSÕES.....	44
6. BIBLIOGRAFIA.....	45

LISTA DE SÍMBOLOS

- BK = método Índice Balanceado de Kenworthy
- BK-IV = método Índice Balanceado de Kenworthy utilizando-se o índice de variação
- P = proporção entre o teor do nutriente na amostra e o teor padrão, média, NiCri ou norma no BK e BK-IV
- I = influência da variação do nutriente no BK e BK-IV
- IBK = índice balanceado de Kenworthy para o nutriente
- $IBK - 100$ = índice balanceado de Kenworthy para o nutriente diminuído de 100
- IBKm = índice balanceado de Kenworthy médio
- Y_i = teor do nutriente i na amostra
- Y_m = teor padrão, média, NiCri ou norma do nutriente
- r = número de lavouras no ano agrícola
- DRIS = método Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação
- $z(A/B)$ = relação estudentizada direta do nutriente A em relação ao nutriente B
- A/B = relação dual entre os teores de nutrientes A e B na amostra
- a/b = média da relação dual entre os teores de nutrientes A e B da população de referência
- C = coeficiente de aproximação de Beaufils
- I_A = índice DRIS para o nutriente A
- IENm = índice de equilíbrio nutricional médio
- FS = faixa de suficiência

- D = diagnóstico do nutriente em deficiência
- TD = diagnóstico do nutriente tendência a deficiência
- S = diagnóstico do nutriente em suficiência
- B = diagnóstico do nutriente como bom
- TE = diagnóstico do nutriente em tendência a excesso
- E = diagnóstico do nutriente em excesso
- FDC= Frequência de Diagnósticos Concordantes
- A1 = ano agrícola 1 (1998/1999)
- A2 = ano agrícola 2 (1999/2000)
- A3 = ano agrícola 3 (2000/2001)
- A4 = ano agrícola 4 (2001/2002)
- A5 = ano agrícola 5 (2002/2003)
- LF = classe de diagnósticos de nutriente limitante por falta
- NL = classe de diagnósticos de nutriente não limitante
- LE = classe de diagnósticos de nutriente limitante por excesso

LISTA DE QUADROS

	Página
1	Caracterização das produtividades considerando a população toda em cada ano agrícola, e no acumulado entre A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4 14
2	Caracterização das produtividades considerando a população de alta em cada ano agrícola, e no acumulado entre A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4..... 14
3	Normas BK (m e CV) e BK-IV (m e IV) dos teores de nutrientes obtidas a partir das subpopulações de altas produtividades nos anos agrícolas A1, A2, A3, A4, A5, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 15
4	Normas DRIS, média (m) e desvio padrão (s) das relações quocientes entre teores de nutrientes obtidas a partir das lavouras das subpopulações de altas produtividades nos anos agrícolas A1, A2, A3, A4, A5, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4 18
5	Significâncias dos contrastes pelo teste t entre as normas médias dos métodos BK, BK-IV e DRIS dos anos agrícolas analisados um a um..... 23
6	Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o BK..... 33

7	Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o BK-IV	34
8	Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o DRIS	35
9	Frequência de diagnósticos concordantes entre os diferentes métodos utilizados na diagnose nutricional	36
10	Significâncias dos contrastes pelo teste t entre as normas médias dos métodos BK, BK-IV e DRIS nas condições de acúmulo de dados no decorrer dos anos agrícolas.....	40

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Normas médias dos teores de macronutrientes em g/kg ao longo dos cinco anos de cultivos.....	17
2	Normas médias dos teores de micronutrientes em mg/kg ao longo dos cinco anos de cultivos.....	17
3	Dispersão das 790 lavouras de abrangência do banco de dados quanto aos índices balanceados de Kenworthy diminuído de 100 e simultaneamente aos índices DRIS para os macronutrientes N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f).	37
4	Dispersão das 790 lavouras de abrangência do banco de dados quanto aos índices balanceados de Kenworthy diminuído de 100 simultaneamente aos índices DRIS para os micronutrientes Fe (a), Zn (b), Cu (c), Mn (d) e B (e).....	38
5	Mapa de distribuição das 790 lavouras de soja quanto ao IBKm e IENm.....	39

RESUMO

LOCATELLI, Marcus Vinicius, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Diagnose nutricional de lavouras de soja da região de Campo Novo dos Parecis, Mato Grosso**. Orientador: Victor Hugo Alvarez V. Co-Orientadores: Júlio César Lima Neves e Roberto de Aquino Leite.

A diagnose nutricional de lavouras comerciais, a partir da amostragem dos tecidos vegetais, de maneira complementar às análises de solo, tem proporcionado mais eficientes recomendações de uso de fertilizantes e, conseqüentemente, maiores incrementos nas produtividades ao longo dos anos. Usualmente os técnicos que prestam assistência especializada em nutrição e fertilização às lavouras utilizam, nos métodos de diagnose, níveis críticos e normas dos teores de nutrientes gerados a partir da própria base de dados. Objetivou-se com o presente trabalho obter as normas dos métodos Índices Balanceados de Kenworth (BK), bem como para sua variante (BK-IV), apresentada neste, que utiliza o índice de variação (IV) em substituição ao coeficiente de variação para cada nutriente e, para o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). O BK e BK-IV enfocando o aspecto do balanço nutricional, que é a análise do nutriente isoladamente, e o DRIS, que enfoca o equilíbrio do nutriente em relação ao contexto nutricional como um todo. Além deste, os outros objetivos foram diagnosticar as lavouras identificando quais foram os nutrientes mais problemáticos por deficiência ou

por excesso, bem como os mais balanceados e equilibrados, e estudar a variabilidade das normas BK, BK-IV e DRIS ao longo dos anos, e a implicação disto nos diagnósticos. Com base aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B obtidos de amostras foliares em 790 lavouras comerciais de soja cultivadas no município matogrossense de Campo Novo dos Parecis, distribuídas ao longo de cinco anos agrícolas, com suas respectivas produtividades alcançadas, obteve-se as normas dos métodos de diagnose IBK, IBK-IV e DRIS. As lavouras que compuseram as subpopulações de altas produtividades dentro dos respectivos anos agrícolas, a partir das quais as normas foram geradas, foram aquelas que obtiveram produtividades iguais ou superiores à média somada a 1/3 do desvio padrão, o que abrangeu 33,5 % das lavouras no primeiro ano agrícola, 41,4 % no segundo ano agrícola, 37,2 % no terceiro ano agrícola, 38,9 % no quarto ano agrícola e 42,8 % no quinto ano agrícola. O N foi o nutriente mais frequentemente equilibrado e balanceado nas lavouras de soja ao longo dos cinco anos, e os mais limitantes às maiores produtividades foram o Mg, S, K, Mn, Cu e Zn. A Frequência de Diagnósticos Concordantes em torno de 80,0 % entre os métodos BK e BK-IV demonstraram alta redundância entre eles, o que não ocorreu quando os diagnósticos dos mesmos foram contrastados com os diagnósticos DRIS, que em média as concordâncias foram inferiores a 50,0 %. Os diagnósticos obtidos a partir das normas originadas do acúmulo de dados antes dos anos agrícolas pouco concordaram com os diagnósticos obtidos com as normas do próprio ano agrícola.

ABSTRACT

LOCATELLI, Marcus Vinicius, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, February 2009. **Nutritional diagnosis of soybean crops in Campo Novo dos Parecis, Mato Grosso.** Adviser: Victor Hugo Alvarez V. Co-advisers: Júlio César Lima Neves and Roberto de Aquino Leite.

The nutritional diagnosis from samples of plant tissues of commercial crops, together with soil analysis, has provided more efficient fertilization schedules as well as higher yields. Crop advisers generally make their decisions as to crops fertilization based on critical levels and nutrient levels norms the database itself. The aim of this work was to obtain technical norms from the Kenworth Balanced Indexes (BK) as well as from its modification (KBI-IV) which uses the index of variation (IV) instead of the coefficient of variation for each nutrient, and to the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). BK and BK-IV focus on the nutritional balance aspect, which is the analysis of each isolated nutrient, while DRIS focuses on nutrient balance in relation to the whole nutrient status. The study also had the objective of diagnosing the nutritional status of some soybean crops and identifying which were the more problematic nutrients either by deficiency or excess, as well as those which were more balanced and evaluate the variability over time of the BK, BK-IV and DRIS norms and its implication on the diagnoses. Based on the leaf samples levels of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn and B from 790

soybean crops from Campo Novo dos Parecis, state of Mato Grosso, from five years, and on the crops yields the norms of the diagnosis methods KBI, KBI-IV and DRIS were obtained. The crops which composed the high yielding subpopulations for each year, and from which the norms were generated, were those which produced yields equal or superior to the average plus 1/3 the standard deviation, encompassing 33.5 % of the crops in the first year, 41.4 % in the second year, 37.2 % in the third year, 38.9 % in the fourth year and 42.8 % in the fifth year. Nitrogen was the most frequently balanced nutrient throughout the five years evaluated for soybean crops, and the most limiting nutrients were Mg, S, K, Mn, Cu and Zn. The Frequency of Agreeing Diagnoses of around 80.0 % between BK and BK-IV showed high redundancy between them, what did not happen when their diagnoses were compared to the DRIS diagnoses, with average agreements lower than 50.0 %. The diagnoses obtained from the norms originated from databases of previous years agreed little with diagnoses obtained from the norms of the year considered.

1. INTRODUÇÃO

A área plantada com soja e a produção de grãos dessa cultura no Brasil vem crescendo significativamente nos últimos anos, segundo CONAB (2008) no país nos anos agrícolas 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, foram plantados, respectivamente, 20, 21 e 22 Mha, gerando produções de 58,4, 60,0 e 61,3 Mt de grãos.

Diante da grande perspectiva de aumento na demanda mundial dos grãos de soja, existe grande polêmica sobre a expansão de novas áreas para o cultivo de soja no Brasil, e os mercados nacional e internacional vêm exigindo cada vez mais garantias quanto ao uso de práticas de manejo menos impactantes ao meio ambiente (ABIOVE, 2007), pelo que, a maior sustentabilidade propriamente dita, segundo LIMA (2004), passa a ser um impositivo técnico cada vez maior à qualquer exploração agrícola.

A busca pela sustentabilidade na produção agrícola de uma cultura de elevada demanda mundial, como a soja, necessariamente, passa pelos incrementos nas produtividades. Incrementos esses relacionados principalmente à qualidade do solo, à nutrição vegetal (LIMA, 2004; FAGERIA, 1998) e ao potencial genético das cultivares (TOLEDO et al., 2006).

Assim, os acompanhamentos nutricionais das lavouras por meio das diagnoses dos seus estados nutricionais a partir das análises de tecidos vegetais são de grande importância para a obtenção de maiores produtividades, pois aliadas às informações de análises de solo, possibilitam

correções de solos e adubações mais exatas (COSTA, 1999; WADT et al., 1998).

Desta maneira, o desenvolvimento de critérios mais exatos de diagnose nutricional das lavouras, subsidiando ações mais eficientes e eficazes para se proporcionar melhorias no estado nutricional das lavouras, poderá contribuir para uma maior sustentabilidade na produção agrícola, uma vez que boas práticas de correção do solo e de fertilização das culturas têm contribuído diretamente para o aumento da produtividade de soja em solos de fertilidade natural baixa (ARANTES & SOUZA, 1993; SANTOS, 2006).

Para a diagnose do estado nutricional das culturas, são utilizados métodos que consideram certas relações entre os nutrientes analisados, como o Índice Balanceado de Kenworthy (BK) (KENWORTHY, 1961) e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973).

Para o BK a diagnose se dá por meio da relacionando o teor de um dado nutriente em análise, com o teor médio e o coeficiente de variação obtidos de uma população de lavouras consideradas referência, e por considerar apenas um nutriente por vez, este método indica a situação de balanço para o nutriente analisado da amostra.

No DRIS, utiliza-se para diagnosticar as lavouras, as relações quocientes dos teores de todos nutrientes das amostras, e as médias das relações quocientes e seus desvios-padrão da população de referência. Por sistematizar vários nutrientes por vez demonstra a situação de equilíbrio nutricional na amostra analisada.

Para o caso do BK o teor médio utilizado como referência para o diagnóstico da amostra é denominado de norma. No DRIS as normas são as relações quocientes e os desvios-padrão obtidos da população de referência.

Usualmente empresas e, ou, técnicos do setor de acessoria em nutrição de culturas dispõem de bancos de dados de arquivos próprios para gerarem normas em diagnósticos nutricionais das lavouras que assistem, o que de fato tem gerado dúvidas quanto a acurácia do diagnóstico proporcionado ao longo dos anos de cultivo de soja.

Dispondo de ampla base de dados, referentes aos teores foliares de onze nutrientes minerais de amostras coletadas em lavouras comerciais de soja cultivadas ao longo de cinco anos agrícolas em Campo Novo dos Parecis,

objetivou-se com o presente trabalho: 1) Obter as normas para serem utilizados em duas variantes dos métodos BK, e no método DRIS; 2) Fazer o diagnóstico das lavouras identificando quais foram os nutrientes mais limitantes, bem como os mais balanceados e equilibrados, e; 3) Estudar a variabilidade das normas geradas ao longo dos anos de cultivo e a acurácia da utilização dessas nos diagnósticos de safras futuras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Ainda que vários fatores interfiram nas produtividades agrícolas, a premissa é que as lavouras de altas produtividades necessariamente estão bem balanceadas e equilibradas no ponto de vista de nutrição mineral.

SANTOS (2006) verificou que em muitos solos do Brasil Central a fertilidade foi construída ao longo dos anos, tendo os teores de P e K disponíveis, e de Ca e Mg trocáveis, aumentados ao longo do tempo por meio das adubações e das correções dos solos inicialmente de fertilidade baixa. No entanto, LIMA (2004) aponta que o montante de fertilizantes e de corretivos de solos, que vem sendo utilizados efetivamente pelos agricultores na região do Brasil Central, está diretamente associado às cotações futuras dos grãos no mercado, sem maiores critérios agronômicos, e segundo CONAB (2007) os fertilizantes vem respondendo por cerca de 25 % dos custos totais na produção da soja na região do Brasil Central ao longo dos últimos 20 anos.

O alto custo dos fertilizantes demanda otimização em sua utilização, no sentido de se obter o aumento da eficiência nutricional das culturas (FAGERIA, 1998), além disso, o uso racional dos mais variados tipos de insumos colabora para a diminuição dos impactos ambientais gerados a partir de sua obtenção e de sua utilização.

FAGERIA (1998), ressaltando que há várias definições de eficiência nutricional na literatura, a define como a quantidade de matéria seca do produto vegetal produzida por unidade de nutriente aplicado.

Visando melhorar a eficiência nutricional das lavouras, o diagnóstico do seu estado nutricional, é de grande importância para que, aliada às análises de solo, conduza à adubações mais exatas, conforme conclui SILVA et al. (2004), ressaltando ainda que essa combinação de informações tem proporcionado incrementos de produtividades em plantios de eucalipto.

Usualmente, no monitoramento nutricional a diagnose é feita por meio de análises de amostras foliares (KENWORTHY, 1961; BEAUFILS, 1973; PARÉ et al. 1993; SOLTANPOUR et al., 1995; WADT et al. 1998b; KURIHARA, 2004; SILVA et al. 2004; WADT, 2005; PARTELLI et al., 2006a, b; URANO et al. 2006; 2007), pelo fato de se ter a própria planta como o extrator de nutrientes do solo, o que possibilita uma avaliação direta de seu estado nutricional (BEAUFILS, 1973).

Além disso MALAVOLTA et al. (1997) dizem que dentre os tecidos vegetais as folhas recém maduras são os órgãos que geralmente respondem melhor às variações no suprimento de nutrientes. E, para representar o estado nutricional de plantas de soja, KURIHARA (2004) encontrou boa confiabilidade utilizando como folha indicadora o terceiro trifólio completamente expandido, contando a partir do ápice, sendo acompanhado ou não do pecíolo, no estágio de florescimento pleno da planta (estágio R2).

Na diagnose foliar a partir de análises de folhas tem sido utilizados níveis críticos (NiCri), níveis ótimos (NiOt) e faixas de suficiência de concentração de nutrientes nas folhas das plantas.

Porém, ressalta-se que a observação apenas do critério de teores de nutrientes pode acarretar em diagnósticos equivocados quanto aos estados nutricionais das lavouras, pois em algumas situações poderá vir a ocorrer concentração, ou ainda, diluição do teor do nutriente na matéria seca dos órgãos das plantas (BATAGLIA et al., 1992; ALVAREZ V. & LEITE, 1999).

FAGERIA (2001), após ampla revisão de literatura, afirma que as interações entre nutrientes poderão ocorrer tanto na rizosfera, quanto no corpo da planta, ora pela formação de precipitados, ora por competição por sítios de adsorção, transporte ou absorção, especialmente entre os nutrientes com semelhança de raio iônico, valência, geometria de coordenação e configuração dos elétrons.

Ainda para FAGERIA (2001), quando as interações entre nutrientes resultam em um incremento na produção, superior à soma dos incrementos que existem em resposta a um nutriente em forma individual, diz-se que estas interações são sinérgicas, do contrário, as interações são antagônicas.

Portanto, na diagnose nutricional por meio de análises foliares tem-se preconizado a utilização de métodos que permitem ponderar um maior número de informações a fim de se obter diagnósticos mais exatos.

Dentre os métodos de diagnose nutricional, destacam-se os métodos Índices de Balanceados de Kenworthy (BK) (KENWORTHY, 1961), abordando o aspecto de balanço nutricional ao analisar cada nutriente de maneira isolada dos demais, dando uma idéia de saldo existente entre o que foi efetivamente absorvido e o que era necessitado pela planta, e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973), este abordando o aspecto de equilíbrio nutricional por meio de proporções entre os nutrientes analisados.

Partindo da premissa de que o diagnóstico do estado nutricional não deve ser afetado pelo método utilizado para tanto, torna-se imprescindível a verificação dos diagnósticos nutricionais frente aos diferentes métodos a fim de se conseguir maior exatidão com os diagnósticos.

WADT et al. (1998a), KURIHARA (2004), SILVA et al. (2004), SILVA et al. (2005), WADT (2005) e URANO et al. (2007) apontam também para a necessidade de comparação entre os diferentes métodos.

Tanto no BK quanto no DRIS, os diagnósticos das lavouras amostradas são feitos a partir das normas geradas em lavouras de referência.

MARTINEZ et al. (1999) recomendam atenção para as condições nas quais foram obtidas as normas, uma vez que a composição mineral reflete as variáveis de ordem climáticas, geográficas e demais interações bióticas, e KURIHARA (2004) verificou que a fertilidade bem como a textura do solo são fatores que muito influenciam na magnitude das normas DRIS.

PATERLLI et al. (2006a) ao estudarem a variabilidade das normas DRIS para o cafeeiro conilon, cultivados sob sistema convencional e sob sistema orgânico, concluíram que o sistema de cultivo também afeta as normas.

SILVA et al. (2005) ao estudarem a diagnose proporcionada por diferentes métodos na cultura do eucalipto, utilizando normas de seis diferentes localidades da região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais, constataram que a utilização de normas que não fossem mais pontuais acarretou em diagnósticos pouco exatos, independentemente dos teores de nutrientes ao longo das localidades serem próximos entre si.

No entanto, em laranjeira 'Valência' um pequeno número de observações referentes a um e dois anos de amostragens foliares e medições de produtividades, porém, padronizadas quanto ao porta-enxerto utilizado na obtenção das mudas, formaram banco de dados eficientes para a obtenção das normas DRIS para o diagnóstico ao longo das demais safras segundo MOURÃO FILHO et al. (2002). Assim, as normas podem ser derivadas mesmo que de pequenas populações, desde que as mesmas sejam mais controladas e o histórico das mesmas bem conhecidas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Origem do banco de dados

O banco de dados utilizado no presente trabalho foi obtido de LIMA (2004), e contém os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B nos terceiros trifólios completamente expandidos das plantas de soja, em 790 lavouras comerciais de soja cultivadas ao longo de cinco anos agrícolas, 1998/1999 (A1), 1999/2000 (A2), 2000/2001 (A3), 2001/2002 (A4) e 2002/2003 (A5), abrangendo uma área de cerca de 25 kha no município de Campo Novo dos Parecis, Mato Grosso.

Além dos teores dos nutrientes nos trifólios, o banco de dados também apresenta as produtividades alcançadas em cada lavoura.

As lavouras foram implantadas em sistema plantio direto, e em parte dos talhões utilizou-se o Programa Integrado de Diagnósticos para o Aumento da Produtividade (PIDAP) (MARTINS et al., 1999; 2001).

O PIDAP visa monitorar 52 fatores determinantes da produção da soja, que são relacionados não só a aspectos de nutrição mineral da cultura, como aspectos de ordem climática e fitossanitária (pragas e doenças) nos quais a cultura da soja está sujeita (MARTINS et al., 1999; MARTINS et al., 2001).

As lavouras consideradas de altas produtividades, das quais obtiveram-se as normas, foram aquelas que alcançaram produtividades iguais ou superiores à média somando-se 1/3 do desvio padrão em cada ano agrícola.

3.2. Diagnose pelo Índice Balanceado de Kenworthy (BK) e pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

No BK são calculados os índices padrões (P, I e IBK expressos em porcentagem), independentemente se o teor de um nutriente na amostra (Y_i) é maior ou menor do que o teor médio da população de referência, considerado padrão (Y_m), segundo a forma de cálculo sugerida por Alvarez V. (informação pessoal) a partir do método original de KENWORTHY (1961):

$$P = 100 Y_i / Y_m$$

$$I = CV (Y_i / Y_m) / Y_m$$

$$IBK = P - I$$

em que P = proporção entre o teor do nutriente i na amostra (Y_i) e o teor padrão, média, NiCri ou norma (Y_m); I = influência da variação do nutriente; CV = coeficiente de variação dos teores do nutriente na população de referência e; IBK = índice balanceado de kenworthy para o nutriente.

Foi proposta uma alteração no método BK, no tocante a utilização do índice de variação (IV) em substituição ao CV, visando diminuir a influência dos altos CV na acurácia dos diagnósticos feitos pelo BK conforme apontam KURIHARA (2004) e ROCHA (2008), passando a denominar-se de BK-IV o método alterado.

De acordo com PIMENTEL GOMES (1991) o IV pode vir a ser uma estatística útil para a correta avaliação da precisão de ensaios que não possuem o mesmo número de repetições, sendo mais conveniente que o CV em alguns casos, o que pode ser comprovado no teste F e em testes de comparação de médias.

Ainda de acordo com PIMENTEL GOMES (1991):

$$IV = CV / (r)^{0,5}$$

em que r = número de repetições ou observações, neste trabalho assumindo o número de lavouras no correspondente ano agrícola.

Para se chegar aos índices DRIS, uma das maneiras é a modificação no original de BEAULFILS (1973), proposta por JONES (1981), trazendo certa facilidade no procedimento de cálculos (ALVAREZ V. & LEITE, 1999) e boa exatidão no diagnóstico obtido (ALVAREZ V. & LEITE, 1999; WADT, 2005; PARTELLI et. al., 2006a,b).

Primeiramente, são estabelecidas as normas (média e desvio-padrão) das relações quocientes entre os teores dos nutrientes na população de referência.

A partir disso, obtém-se as variáveis normais reduzidas (z) para cada relação quociente:

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

em que $z(A/B)$ = relação estudentizada direta do nutriente A em relação ao nutriente B; A/B = relação dual entre os teores de nutrientes A e B (g/kg e mg/kg, respectivamente para macro e micronutrientes) na amostra; a/b = média da relação dual entre os teores de nutrientes (g/kg e mg/kg, respectivamente para macro e micronutrientes) da população de referência, norma; C = coeficiente de aproximação de Beaufils, no presente trabalho considerou-se C como igual a 1 e; s = desvio padrão da norma (g/kg e mg/kg, respectivamente para macro e micronutrientes).

A finalidade do C é obter $z(A/B)$ em valores inteiros facilitando assim o cálculo.

Em seguida calcula-se o índice DRIS para o nutriente A (I_A):

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

em que A, B, C... e N = nutrientes envolvidos no diagnóstico a análise, e; n = número de nutrientes envolvidos na análise.

As faixas de suficiência (FS) adotadas para os diagnósticos nutricionais dos teores de nutrientes no terceiro trifólio da soja foram: D (deficiente); TD

(tendendo a deficiente); S (suficiente); B (bom); TE (tendendo a excessivo) e; E (excessivo).

No método BK e BK-IV, a partir do valor obtido para os índices Balanceados de Kenworthy (B), o teor do nutriente na amostra pôde ser classificado como D (se $IBK < 50 \%$), TD (se $50 \leq IBK < 83 \%$), S (se $83 \leq IBK < 100 \%$), B (se $100 \leq IBK < 117 \%$), TE ($117 \leq IBK < 150 \%$) e E (se $IBK \geq 150 \%$) (adaptado de KENWORTHY, 1961).

Com base nos valores dos índices DRIS para cada nutriente diagnosticou-se em D ($I_A < -1,333$), TD ($-1,333 \leq I_A < -0,667$), S ($-0,667 \leq I_A < 0$), B ($0 \leq I_A < 0,667$), TE ($0,667 \leq I_A < 1,333$) e E ($1,333 \geq I_A$) (adaptado de BEAULFILS, 1973).

Considerando a diagnose feita para cada método nos anos agrícolas A1, A2, A3, A4 e A5, foram obtidos os nutrientes mais frequentemente limitantes por falta (LF) (diagnósticos D e TD), não limitantes (NL) (diagnósticos S e B) e limitantes por excesso (LE) (diagnósticos TE e E).

Aplicou-se a Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC) para verificar precisão entre os métodos de diagnose utilizados. A FDC é expressa em porcentagem.

3.3. Variabilidade das normas médias ao longo dos anos de cultivo

Considerando cada ano agrícola (A1, A2, A3, A4 e A5), bem como as lavouras de altas produtividades entre os dados disponíveis acumulados até A2, A3, A4 e A5 (respectivamente A1, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4), foram calculadas as normas DRIS (média e desvio padrão dos teores de nutrientes em estudo e de suas relações quocientes) e as normas BK (média e CV dos teores de nutrientes), as normas BK-IV (média e IV dos teores de nutrientes) e as normas DRIS (média e desvio-padrão das relações quocientes dos teores de nutrientes).

As significâncias entre as diferenças das normas foram obtidas a partir do teste t nos contrastes: A1 vs A2, A1 vs A3, A1 vs A4, A1 vs A5, A2 vs A3, A2 vs A4, A2 vs A5, A3 vs A4, A3 vs A5, A4 vs A5, A1 + A2 vs A3, A1 + A2 + A3 vs A4 e A1 + A2 + A3 + A4 vs A5.

Nos contrastes, populações que não tiveram diferenças significativas a 5 % de probabilidade pelo teste F entre suas variâncias (S^2_X e S^2_Y) foram consideradas homogêneas, assim, os valores S^2_X e S^2_Y foram combinados em uma variância comum S^2_C :

$$S^2_C = [(n_X-1) S^2_X + (n_Y - 1) S^2_Y] / (n_X + n_Y - 2)$$

assim:

$$t_{cal} = (m_X - m_Y) / [(S^2_C (1/n_X + 1/n_Y))]^{0,5}$$

Com t_{tab} com nível de significância α com $n_X + n_Y - 2$ graus de liberdade.

E para os casos de contrastes com variâncias não homogêneas pelo teste F a 5% de probabilidade:

$$t_{cal} = (m_X - m_Y) / [(S^2_X / n_X) + (S^2_Y / n_Y)]^{0,5}$$

Com t_{tab} com nível de significância α com n^* graus de liberdade:

$$n^* = [(S^2_X / n_X) + (S^2_Y / n_Y)]^2 / \{[(S^2_X / n_X)^2 / (n_X-1)] + [(S^2_Y / n_Y)^2 / (n_Y - 1)]\}$$

Foi obtida a Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC) entre os diagnósticos obtidos com as normas A1 para diagnosticar A2, normas A1 + A2 para diagnosticar A3, normas A1 + A2 + A3 para diagnosticar A4 e normas A1 + A2 + A3 + A4 para diagnosticar A5, frente aos respectivos diagnósticos obtidos com as próprias normas A2, A3, A4 e A5, partindo da premissa que estas são as melhores referências para as correspondentes situações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização das lavouras e obtenção das normas

Cada população de lavouras ao longo dos anos agrícolas A1, A2, A3, A4 e A5 e do acumulado antes de A3, A4 e A5, respectivamente, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4, foi caracterizada quanto à produtividade alcançada (Quadro 1).

De uma maneira geral e sem adotar o critério de seleção para as lavouras de altas produtividades, a produtividade média entre as 790 lavouras acumuladas nos cinco anos agrícolas (A1 até A5) foi de 3,389 t/ha, que é superior à média nacional (2,585 t/ha) e à média regional (Estado do Mato Grosso) (2,975 t/ha) no mesmo período de abrangência do banco de dados (anos agrícolas 1998/1999 até 2002/2003), e inclusive, maiores que a produtividade do ano agrícola mais recente em relação ao presente trabalho, 2008/2009, a qual estimativa segundo CONAB (2009) foi de 3,000 t/ha no Estado do Mato Grosso, e de 2,785 t/ha no Brasil.

Portanto as produtividades médias das lavouras que compõem o banco de dados em estudo são consideradas acima das médias nacionais e regionais, fato provavelmente devido à assessoria técnica especializada por parte de especialistas em nutrição e fertilização de lavouras.

O critério de seleção adotado para se considerar lavouras de altas produtividades ($m + 1/3 s$ da produtividade da população toda de lavouras)

permitiu separar cerca de 33,5 % das lavouras em A1, 41,38 % das lavouras em A2, 37,2 % das lavouras em A3, 38,9 % das lavouras em A4, e 42,8 % das lavouras em A5, a fim de serem consideradas as lavouras de altas produtividades utilizadas como referência para a obtenção das normas (Quadro 2).

Quadro 1 - Caracterização das produtividades considerando a população toda em cada ano agrícola, e no acumulado entre A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4

Ano agrícola	nº de lavouras	Menor ⁽¹⁾	Maior. ⁽²⁾	Ampl. ⁽³⁾	m ⁽⁴⁾	s ⁽⁵⁾	m+1/3 s ⁽⁶⁾	CV ⁽⁸⁾
A1	158	2,356	3,960	1,604	3,432	0,238	3,512	6,9
A2	58	2,442	3,900	1,458	3,123	0,372	3,247	11,9
A3	164	1,800	3,960	2,160	3,495	0,352	3,612	10,0
A4	167	0,480	4,440	3,960	3,527	0,589	3,724	16,7
A5	243	1,506	4,603	3,097	3,367	0,598	3,566	17,7
A1+A2	216	2,356	3,960	1,604	(7)	(7)	(7)	9,3
A1+A2+A3	380	1,800	3,960	2,160	(7)	(7)	(7)	9,9
A1+A2+A3+A4	547	0,480	4,440	3,960	(7)	(7)	(7)	12,6

⁽¹⁾ Menor produtividade alcançada; ⁽²⁾ Maior produtividade alcançada; ⁽³⁾ Amplitude máxima entre produtividades alcançadas; ⁽⁴⁾ Produtividade média; ⁽⁵⁾ desvio padrão das produtividades alcançadas; ⁽⁶⁾ Prdutividade equivalente à média somada a um terço do desvio padrão - limite inferior para as produtividades de alta; ⁽⁷⁾ valores não fornecidos por não terem sido utilizados, e; ⁽⁸⁾ Coeficiente de variação.

Quadro 2 - Caracterização das produtividades considerando a população de alta em cada ano agrícola, e no acumulado entre A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4

Ano agrícola	nº de lavouras	Menor ⁽¹⁾	Maior. ⁽²⁾	Ampl. ⁽³⁾	m ⁽⁴⁾	s ⁽⁵⁾	CV ⁽⁶⁾	A/T ⁽⁷⁾
A1	53	3,540	3,960	0,420	3,686	0,133	3,62	33,5
A2	24	3,300	3,900	0,600	3,477	0,142	4,09	41,4
A3	61	3,648	3,960	0,312	3,766	0,094	2,49	37,2
A4	65	3,737	4,440	0,703	3,996	0,217	5,43	38,9
A5	104	3,576	4,603	1,027	3,868	0,223	5,78	42,8
A1+A2	77	3,300	3,960	0,660	3,621	0,167	4,60	35,6
A1+A2+A3	203	3,300	4,440	1,140	3,785	0,229	6,06	53,4
A1+A2+A3+A4	307	3,300	4,603	1,303	3,813	0,230	6,04	56,1

⁽¹⁾ Menor produtividade alcançada; ⁽²⁾ Maior produtividade alcançada; ⁽³⁾ Amplitude máxima entre produtividades alcançadas; ⁽⁴⁾ Produtividade média; ⁽⁵⁾ desvio padrão das produtividades alcançadas; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação, e; ⁽⁷⁾ 100 vezes a freqüência observada entre as lavouras de alta produtividade em relação ao total da respectiva safra.

No que se refere ao acumulado entre os sucessivos anos agrícolas, entre A1 + A2 selecionou-se com o critério cerca de 36,6 % das lavouras, entre A1 + A2 + A3 53,4 % das lavouras, e entre A1 + A2 + A3 + A4 54,1 % das lavouras (Quadro 2).

No quadro 3 encontram-se as normas dos teores de nutrientes dos anos agrícolas A1, A2, A3, A4 e A5, bem como no combinado A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4, a serem utilizados nos diagnósticos com os métodos BK e BK-IV ao longo.

Os micronutrientes Fe e Mn foram os que apresentaram maiores CV e IV ao longo dos anos agrícolas estudados, o que possivelmente se deve ao fato desses nutrientes serem bastante susceptíveis às oscilações de disponibilidade no sistema solo.

Os macronutrientes N e P por sua vez foram os que obtiveram menores CV e IV ao longo das safras.

Embora LIMA (2004) aponta para uma tendência de aumento nas doses de fertilizantes no decorrer dos cinco anos agrícolas estudados, não houve tendência de aumento das normas médias no decorrer do período (Figuras 1 e 2).

Quadro 3 - Normas BK (m e CV) e BK-IV (m e IV) dos teores de nutrientes obtidas a partir das subpopulações de altas produtividades nos anos agrícolas A1, A2, A3, A4, A5, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2

Nutriente	Anos agrícolas											
	A1			A2			A3			A4		
	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV
N	41,34	11,52	1,58	57,00	9,82	2,00	50,60	9,39	1,20	55,56	11,14	1,38
P	2,16	17,04	2,34	3,27	14,88	3,04	2,91	12,27	1,57	3,25	9,22	1,14
K	17,48	16,01	2,20	18,04	14,39	2,94	19,23	21,14	2,71	17,88	15,36	1,90
Ca	7,23	16,40	2,25	7,06	14,10	2,88	9,20	20,42	2,61	8,99	24,12	2,99
Mg	3,32	15,81	2,17	3,89	16,49	3,37	3,98	25,75	3,30	3,56	20,70	2,57
S	2,11	19,30	2,65	2,83	9,86	2,01	2,84	16,69	2,14	3,05	25,73	3,19
Fe	98,26	26,52	3,64	140,92	28,71	5,86	127,31	35,72	4,57	170,32	69,00	8,56
Zn	48,40	26,18	3,60	46,63	28,35	5,79	55,79	29,49	3,78	54,17	26,21	3,25
Cu	8,48	31,13	4,28	11,29	25,65	5,24	11,16	41,92	5,37	10,89	20,79	2,58
Mn	52,40	35,50	4,88	44,42	45,17	9,22	71,25	46,18	5,91	55,54	49,51	6,14
B	41,83	16,74	2,30	44,17	15,55	3,17	48,10	18,89	2,42	45,22	22,95	2,85

Continua...

Quadro 3, cont....

Nutriente	Anos agrícolas											
	A5			A1 + A2			A1 + A2 + A3			A1 + A2 + A3 + A4		
	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV	m ⁽¹⁾	CV	IV
N	50,13	8,80	0,86	46,22	19,14	2,18	48,16	15,83	1,35	50,53	15,77	1,11
P	2,98	12,25	1,20	2,51	26,18	2,98	2,69	21,56	1,84	2,87	19,90	1,40
K	14,70	23,69	2,32	17,65	15,48	1,76	18,35	18,88	1,61	18,20	17,87	1,25
Ca	9,87	23,98	2,35	7,18	15,69	1,79	8,07	22,40	1,91	8,36	23,58	1,65
Mg	3,65	22,48	2,20	3,50	17,71	2,02	3,71	23,03	1,96	3,66	22,38	1,57
S	2,50	17,61	1,73	2,33	21,37	2,43	2,56	21,41	1,82	2,72	24,74	1,74
Fe	99,17	35,62	3,49	111,56	33,00	3,76	118,52	34,98	2,98	135,11	57,94	4,07
Zn	51,30	25,23	2,47	47,84	26,72	3,04	51,36	29,20	2,49	52,26	28,26	1,98
Cu	10,71	43,94	4,31	9,36	32,11	3,66	10,16	38,66	3,29	10,39	33,61	2,36
Mn	53,88	49,94	4,90	49,91	38,67	4,41	59,34	47,48	4,04	58,12	48,08	3,37
B	36,86	20,11	1,97	42,56	16,45	1,87	45,01	18,72	1,59	45,07	20,12	1,41

⁽¹⁾ macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg.

O quadro 4 traz as normas DRIS para os anos agrícolas A1, A2, A3, A4 e A5, bem como para as situações de A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4.

Contrastes considerando os anos agrícolas um a um (A1 vs A2, A1 vs A3, A1 vs A4, A1 vs A5, A2 vs A3, A2 vs A4, A2 vs A5, A3 vs A4, A3 vs A5 e A4 vs A5), obtiveram não significância entre as diferenças das normas pelo teste t a 5 % de probabilidade em 69,0 % das observações. Cabendo às médias dos teores dos nutrientes nas populações de referência isoladamente (normas de BK e BK-IV), maiores ocorrências de diferenças significativas em relação aos quocientes entre eles (normas DRIS), respectivamente, apresentando diferenças significativas em 47,3 e 28,7 % das observações (Quadro 5).

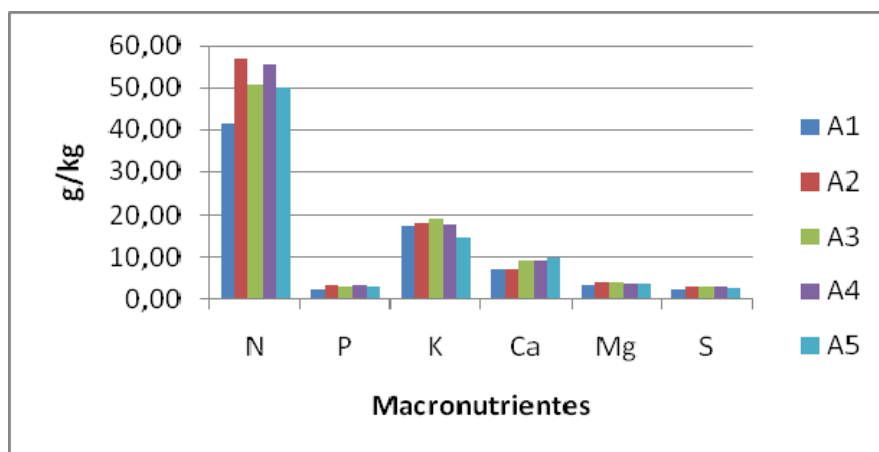


Figura 1 - Normas médias dos teores de macronutrientes em g/kg ao longo dos cinco anos de cultivos.

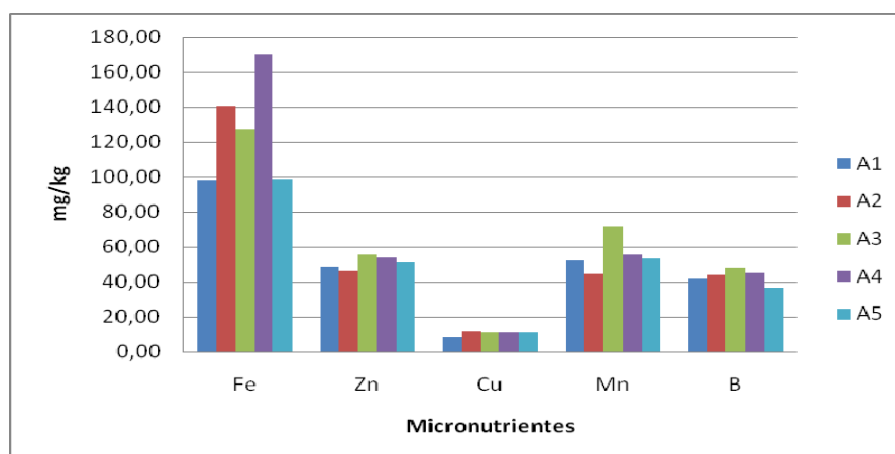


Figura 2 - Normas médias dos teores de micronutrientes em mg/kg ao longo dos cinco anos de cultivos.

Quadro 4 - Normas DRIS, média (m) e desvio padrão (s) das relações quocientes entre teores de nutrientes obtidas a partir das lavouras das subpopulações de altas produtividades nos anos agrícolas A1, A2, A3, A4, A5, A1 + A2, A1 + A2 + A3 e A1 + A2 + A3 + A4

Variável	Ano agrícola															
	A1		A2		A3		A4		A5		A1 + A2		A1 + A2 + A3		A1 + A2 + A3 + A4	
	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾
N/P	19,339	1,920	17,606	1,616	17,540	2,023	17,106	1,459	17,018	2,003	18,799	1,991	18,242	2,094	17,879	1,983
N/K	2,436	0,543	3,211	0,466	2,745	0,601	3,177	0,578	3,621	1,003	2,678	0,631	2,707	0,617	2,858	0,642
N/Ca	5,864	1,172	8,246	1,467	5,730	1,291	6,534	1,710	5,361	1,342	6,607	1,681	6,219	1,577	6,320	1,624
N/Mg	12,748	2,379	14,970	2,459	13,809	4,662	16,301	4,076	14,441	3,456	13,440	2,603	13,603	3,648	14,467	3,985
N/S	20,033	3,233	20,205	1,524	18,210	2,867	19,228	4,375	20,531	3,028	20,086	2,804	19,257	2,972	19,248	3,472
N/Fe	0,444	0,103	0,436	0,130	0,422	0,087	0,391	0,122	0,535	0,103	0,442	0,111	0,433	0,101	0,420	0,110
N/Zn	0,911	0,254	1,298	0,323	0,983	0,294	1,075	0,227	1,033	0,251	1,032	0,329	1,010	0,314	1,031	0,290
N/Cu	5,349	1,773	5,262	1,054	5,044	1,526	5,258	0,917	5,472	2,192	5,322	1,578	5,199	1,556	5,218	1,381
N/Mn	0,918	0,417	1,446	0,425	0,838	0,318	1,159	0,417	1,159	0,537	1,082	0,484	0,974	0,435	1,033	0,437
N/B	1,013	0,199	1,312	0,189	1,087	0,215	1,284	0,297	1,411	0,290	1,106	0,239	1,098	0,228	1,158	0,266
P/N	0,052	0,005	0,057	0,006	0,058	0,007	0,059	0,005	0,060	0,007	0,054	0,006	0,056	0,007	0,057	0,006
P/K	0,127	0,031	0,183	0,026	0,156	0,031	0,186	0,030	0,215	0,065	0,144	0,040	0,150	0,036	0,161	0,038
P/Ca	0,308	0,081	0,475	0,108	0,331	0,088	0,381	0,092	0,315	0,067	0,360	0,118	0,347	0,107	0,358	0,103
P/Mg	0,667	0,148	0,862	0,187	0,782	0,228	0,953	0,222	0,850	0,191	0,728	0,184	0,752	0,205	0,816	0,230
P/S	1,041	0,166	1,160	0,158	1,044	0,161	1,130	0,275	1,217	0,206	1,078	0,172	1,063	0,167	1,085	0,209
P/Fe	0,023	0,007	0,025	0,007	0,024	0,006	0,023	0,007	0,032	0,007	0,024	0,007	0,024	0,006	0,024	0,007
P/Zn	0,047	0,013	0,075	0,019	0,057	0,018	0,063	0,014	0,061	0,016	0,056	0,020	0,056	0,019	0,059	0,018
P/Cu	0,282	0,109	0,304	0,075	0,293	0,099	0,310	0,062	0,326	0,135	0,289	0,099	0,291	0,099	0,297	0,089
P/Mn	0,049	0,026	0,084	0,027	0,049	0,020	0,068	0,025	0,069	0,032	0,060	0,030	0,055	0,027	0,059	0,027
P/B	0,053	0,014	0,076	0,016	0,062	0,009	0,075	0,018	0,084	0,018	0,060	0,018	0,061	0,015	0,066	0,017
K/N	0,429	0,091	0,318	0,046	0,382	0,084	0,326	0,065	0,296	0,077	0,394	0,095	0,389	0,090	0,369	0,088
K/P	8,258	1,649	5,571	0,838	6,593	1,089	5,533	0,953	4,987	1,165	7,420	1,908	7,055	1,646	6,568	1,622

Continua...

Quadro 4, cont...

Variável	Ano agrícola															
	A1		A2		A3		A4		A5		A1 + A2		A1 + A2 + A3		A1 + A2 + A3 + A4	
	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾
K/Ca	2,498	0,708	2,619	0,584	2,228	0,801	2,105	0,583	1,592	0,552	2,536	0,671	2,400	0,744	2,305	0,709
K/Mg	5,416	1,280	4,747	0,972	5,133	1,615	5,193	1,161	4,176	1,153	5,208	1,226	5,175	1,406	5,181	1,330
K/S	8,664	2,600	6,434	1,118	6,802	1,121	6,227	1,716	6,000	1,477	7,969	2,467	7,453	2,065	7,060	2,038
K/Fe	0,192	0,067	0,137	0,041	0,159	0,043	0,129	0,051	0,158	0,050	0,175	0,065	0,168	0,056	0,155	0,058
K/Zn	0,389	0,129	0,412	0,107	0,375	0,135	0,353	0,108	0,309	0,118	0,396	0,123	0,387	0,128	0,376	0,123
K/Cu	2,292	0,943	1,672	0,385	1,953	0,804	1,721	0,482	1,567	0,629	2,098	0,859	2,034	0,835	1,934	0,754
K/Mn	0,399	0,222	0,459	0,146	0,323	0,140	0,382	0,170	0,356	0,208	0,417	0,202	0,376	0,183	0,378	0,179
K/B	0,428	0,092	0,412	0,054	0,404	0,075	0,413	0,099	0,406	0,093	0,423	0,082	0,415	0,079	0,414	0,086
Ca/N	0,176	0,031	0,126	0,027	0,184	0,047	0,165	0,050	0,199	0,052	0,161	0,038	0,171	0,044	0,169	0,046
Ca/P	3,427	0,729	2,225	0,578	3,231	0,867	2,789	0,721	3,329	0,746	3,052	0,882	3,131	0,877	3,022	0,844
Ca/K	0,425	0,098	0,404	0,109	0,520	0,237	0,520	0,174	0,733	0,362	0,419	0,101	0,464	0,181	0,482	0,181
Ca/Mg	2,237	0,548	1,884	0,515	2,500	0,902	2,699	1,115	2,855	1,027	2,127	0,559	2,292	0,751	2,422	0,902
Ca/S	3,557	0,954	2,528	0,492	3,421	1,334	3,242	1,486	4,078	1,236	3,237	0,963	3,318	1,141	3,294	1,258
Ca/Fe	0,077	0,020	0,054	0,015	0,078	0,026	0,062	0,020	0,105	0,027	0,070	0,021	0,073	0,024	0,070	0,023
Ca/Zn	0,160	0,051	0,159	0,033	0,182	0,080	0,177	0,067	0,203	0,067	0,160	0,046	0,170	0,064	0,172	0,065
Ca/Cu	0,936	0,351	0,649	0,131	0,914	0,323	0,867	0,326	1,108	0,632	0,847	0,328	0,877	0,326	0,874	0,325
Ca/Mn	0,160	0,074	0,178	0,055	0,153	0,068	0,188	0,084	0,221	0,100	0,165	0,069	0,160	0,068	0,169	0,075
Ca/B	0,178	0,041	0,165	0,042	0,201	0,067	0,214	0,090	0,281	0,097	0,174	0,041	0,186	0,056	0,195	0,070
Mg/N	0,081	0,015	0,069	0,012	0,080	0,023	0,065	0,015	0,073	0,018	0,077	0,015	0,078	0,019	0,074	0,019
Mg/P	1,571	0,337	1,213	0,266	1,374	0,346	1,104	0,247	1,230	0,255	1,459	0,357	1,422	0,353	1,320	0,355
Mg/K	0,196	0,051	0,220	0,049	0,215	0,070	0,202	0,046	0,260	0,086	0,203	0,051	0,208	0,060	0,206	0,056
Mg/Ca	0,472	0,107	0,566	0,146	0,452	0,159	0,424	0,145	0,389	0,119	0,501	0,127	0,479	0,144	0,462	0,146
Mg/S	1,632	0,428	1,385	0,269	1,444	0,466	1,239	0,396	1,488	0,348	1,555	0,401	1,506	0,433	1,420	0,439

Continua...

Quadro 4, cont...

Variável	Ano agrícola															
	A1		A2		A3		A4		A5		A1 + A2		A1 + A2 + A3		A1 + A2 + A3 + A4	
	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾
Mg/Fe	0,036	0,011	0,030	0,013	0,033	0,011	0,026	0,011	0,039	0,012	0,034	0,011	0,034	0,011	0,031	0,012
Mg/Zn	0,074	0,028	0,091	0,036	0,080	0,034	0,070	0,023	0,075	0,026	0,080	0,031	0,080	0,032	0,077	0,030
Mg/Cu	0,435	0,173	0,360	0,094	0,407	0,177	0,342	0,100	0,393	0,167	0,412	0,156	0,410	0,165	0,388	0,151
Mg/Mn	0,074	0,035	0,098	0,032	0,068	0,033	0,075	0,031	0,085	0,044	0,081	0,036	0,075	0,035	0,075	0,034
Mg/B	0,082	0,021	0,090	0,019	0,085	0,024	0,082	0,020	0,101	0,024	0,084	0,020	0,085	0,022	0,084	0,021
S/N	0,051	0,006	0,050	0,003	0,056	0,008	0,055	0,012	0,050	0,007	0,050	0,005	0,053	0,007	0,053	0,009
S/P	0,979	0,126	0,877	0,117	0,976	0,119	0,931	0,200	0,841	0,122	0,947	0,131	0,960	0,126	0,951	0,154
S/K	0,125	0,035	0,160	0,028	0,151	0,024	0,172	0,045	0,178	0,049	0,136	0,037	0,142	0,032	0,152	0,040
S/Ca	0,300	0,079	0,409	0,071	0,325	0,094	0,362	0,131	0,266	0,075	0,334	0,092	0,330	0,093	0,340	0,107
S/Mg	0,651	0,155	0,744	0,123	0,768	0,260	0,879	0,250	0,712	0,180	0,680	0,151	0,719	0,210	0,770	0,235
S/Fe	0,023	0,007	0,022	0,007	0,023	0,005	0,021	0,009	0,026	0,005	0,022	0,007	0,023	0,006	0,022	0,007
S/Zn	0,046	0,013	0,064	0,017	0,055	0,017	0,059	0,018	0,052	0,016	0,052	0,016	0,053	0,017	0,055	0,017
S/Cu	0,273	0,096	0,261	0,051	0,285	0,102	0,286	0,077	0,273	0,114	0,269	0,085	0,276	0,093	0,279	0,088
S/Mn	0,046	0,021	0,072	0,021	0,047	0,020	0,064	0,028	0,058	0,030	0,054	0,024	0,051	0,022	0,055	0,025
S/B	0,051	0,013	0,065	0,010	0,060	0,011	0,070	0,021	0,070	0,016	0,056	0,013	0,058	0,013	0,062	0,016
Fe/N	2,387	0,637	2,482	0,681	2,517	0,812	3,052	1,966	1,977	0,644	2,417	0,648	2,461	0,724	2,650	1,287
Fe/P	46,667	15,369	43,268	11,315	44,236	16,203	52,115	33,870	33,704	13,368	45,608	14,243	45,001	15,099	47,279	23,003
Fe/K	5,812	1,908	7,882	2,175	6,839	2,474	9,740	6,247	7,238	3,728	6,457	2,203	6,626	2,326	7,623	4,261
Fe/Ca	13,750	3,471	20,207	6,305	14,415	5,873	19,993	17,987	10,477	4,305	15,763	5,416	15,167	5,642	16,712	11,366
Fe/Mg	30,393	9,711	37,600	12,639	34,837	19,477	49,683	31,524	28,553	12,467	32,640	11,143	33,611	15,369	38,757	23,056
Fe/S	48,012	15,173	50,107	14,085	45,399	14,440	58,408	35,854	40,264	13,338	48,665	14,782	47,221	14,669	50,803	24,096
Fe/Zn	2,174	0,880	3,203	1,120	2,519	1,217	3,309	2,428	2,046	0,992	2,495	1,067	2,506	1,132	2,763	1,697
Fe/Cu	12,446	4,279	13,288	5,112	12,959	6,570	16,103	11,424	10,974	6,576	12,709	4,537	12,819	5,508	13,871	8,018
Fe/Mn	2,135	0,919	3,614	1,395	2,118	1,000	3,561	2,922	2,246	1,170	2,596	1,282	2,385	1,186	2,761	1,991
Fe/B	2,396	0,682	3,285	1,085	2,746	1,113	4,027	2,924	2,750	0,858	2,673	0,920	2,705	1,007	3,128	1,944
Zn/N	1,172	0,283	0,826	0,251	1,105	0,317	0,976	0,231	1,029	0,269	1,064	0,316	1,082	0,316	1,048	0,295

Continua...

Quadro 4, cont...

Variável	Anos agrícola															
	A1		A2		A3		A4		A5		A1 + A2		A1 + A2 + A3		A1 + A2 + A3 + A4	
	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾
Zn/P	22,651	5,973	14,673	5,437	19,409	6,211	16,698	4,253	17,455	4,905	20,164	6,870	19,830	6,574	18,827	6,098
Zn/K	2,836	0,874	2,667	1,012	3,045	1,174	3,127	1,036	3,766	1,532	2,784	0,916	2,899	1,042	2,972	1,043
Zn/Ca	6,837	1,995	6,635	1,754	6,311	2,129	6,340	2,062	5,452	1,834	6,774	1,914	6,569	2,017	6,496	2,029
Zn/Mg	15,000	4,697	12,478	4,348	15,722	8,424	15,984	5,707	14,762	4,831	14,214	4,712	14,880	6,630	15,234	6,356
Zn/S	23,481	7,498	16,565	4,429	20,058	6,511	18,725	5,901	21,343	7,264	21,325	7,403	20,765	7,026	20,112	6,740
Zn/Fe	0,520	0,173	0,360	0,165	0,474	0,194	0,381	0,143	0,547	0,162	0,470	0,185	0,472	0,189	0,443	0,180
Zn/Cu	5,937	1,440	4,139	0,606	5,286	1,559	4,977	0,716	5,491	2,364	5,377	1,494	5,336	1,518	5,221	1,324
Zn/Mn	1,009	0,333	1,125	0,275	0,854	0,257	1,074	0,319	1,097	0,367	1,045	0,319	0,961	0,307	0,997	0,315
Zn/B	1,171	0,313	1,081	0,353	1,179	0,344	1,236	0,364	1,427	0,378	1,143	0,326	1,159	0,333	1,184	0,345
Cu/N	0,206	0,063	0,200	0,054	0,223	0,098	0,196	0,036	0,217	0,099	0,204	0,060	0,213	0,080	0,207	0,069
Cu/P	4,005	1,341	3,566	1,230	3,938	1,862	3,359	0,685	3,709	1,870	3,868	1,316	3,899	1,575	3,726	1,377
Cu/K	0,496	0,162	0,646	0,227	0,621	0,318	0,626	0,170	0,759	0,350	0,543	0,196	0,577	0,259	0,593	0,235
Cu/Ca	1,190	0,359	1,617	0,405	1,253	0,546	1,273	0,354	1,176	0,646	1,323	0,422	1,292	0,480	1,286	0,443
Cu/Mg	2,627	0,933	2,978	0,856	3,149	2,003	3,199	0,987	3,067	1,467	2,736	0,919	2,919	1,506	3,008	1,365
Cu/S	4,182	1,858	4,021	1,014	4,085	1,888	3,757	1,023	4,485	2,285	4,132	1,637	4,111	1,746	3,998	1,558
Cu/Fe	0,089	0,029	0,089	0,043	0,095	0,047	0,076	0,024	0,116	0,057	0,089	0,034	0,092	0,040	0,087	0,037
Cu/Zn	0,177	0,039	0,247	0,042	0,205	0,059	0,205	0,029	0,216	0,086	0,199	0,052	0,202	0,055	0,203	0,048
Cu/Mn	0,174	0,055	0,272	0,059	0,173	0,065	0,218	0,063	0,233	0,110	0,204	0,072	0,190	0,071	0,199	0,069
Cu/B	0,206	0,072	0,260	0,073	0,239	0,097	0,248	0,058	0,289	0,100	0,223	0,076	0,230	0,086	0,236	0,079
Mn/N	1,279	0,473	0,789	0,364	1,420	0,668	1,000	0,459	1,087	0,562	1,126	0,495	1,256	0,594	1,174	0,566
Mn/P	25,120	10,607	14,151	7,629	25,243	13,159	17,279	8,906	18,492	9,909	21,701	10,989	23,267	12,081	21,349	11,487
Mn/K	3,117	1,284	2,544	1,345	3,987	2,373	3,220	1,765	4,113	2,738	2,938	1,322	3,402	1,926	3,343	1,873
Mn/Ca	7,386	2,848	6,375	2,873	7,987	3,710	6,421	3,222	5,631	3,006	7,071	2,876	7,476	3,290	7,138	3,298
Mn/Mg	16,222	6,672	11,567	4,887	20,035	12,828	16,306	8,935	15,620	8,609	14,771	6,512	17,098	10,123	16,844	9,743
Mn/S	25,506	10,010	15,969	7,779	26,121	13,788	19,550	11,270	22,652	12,742	22,533	10,327	24,119	12,067	22,656	11,982
Mn/Fe	0,565	0,266	0,355	0,242	0,609	0,345	0,389	0,218	0,570	0,290	0,500	0,275	0,548	0,312	0,497	0,294
Mn/Zn	1,103	0,377	0,958	0,328	1,268	0,345	1,011	0,302	1,031	0,396	1,058	0,366	1,151	0,371	1,106	0,356
Mn/Cu	6,372	2,234	3,856	0,926	6,622	2,469	5,021	1,752	5,661	3,650	5,588	2,247	6,045	2,395	5,717	2,257

Continua...

Quadro 4, cont...

Variável	Ano agrícola															
	A1		A2		A3		A4		A5		A1 + A2		A1 + A2 + A3		A1 + A2 + A3 + A4	
	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	m ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾
Mn/B	1,257	0,416	1,025	0,471	1,524	0,768	1,245	0,497	1,492	0,731	1,184	0,444	1,334	0,630	1,306	0,591
B/N	1,022	0,187	0,777	0,114	0,956	0,191	0,818	0,182	0,741	0,161	0,945	0,202	0,950	0,196	0,908	0,201
B/P	19,895	4,869	13,740	2,605	16,510	2,399	13,958	3,177	12,541	2,855	17,977	5,149	17,328	4,214	16,249	4,211
B/K	2,452	0,560	2,465	0,309	2,557	0,480	2,576	0,702	2,609	0,675	2,456	0,494	2,501	0,488	2,525	0,565
B/Ca	5,961	1,573	6,409	1,517	5,497	1,752	5,377	1,904	3,979	1,330	6,101	1,560	5,834	1,669	5,688	1,756
B/Mg	13,059	3,758	11,587	2,242	12,890	4,266	13,054	3,502	10,455	2,534	12,600	3,414	12,728	3,802	12,833	3,703
B/S	20,429	4,621	15,713	2,639	17,138	2,932	15,672	4,933	15,112	3,562	18,959	4,642	18,154	4,067	17,359	4,503
B/Fe	0,452	0,136	0,343	0,139	0,403	0,112	0,326	0,136	0,392	0,100	0,418	0,145	0,412	0,131	0,384	0,138
B/Zn	0,917	0,260	1,006	0,271	0,922	0,272	0,866	0,208	0,754	0,213	0,945	0,265	0,935	0,267	0,913	0,251
B/Cu	5,371	1,637	4,059	0,860	4,806	1,772	4,238	0,946	3,856	1,271	4,962	1,559	4,893	1,652	4,684	1,493
B/Mn	0,908	0,365	1,117	0,357	0,787	0,301	0,928	0,353	0,838	0,391	0,973	0,373	0,891	0,354	0,903	0,354

⁽¹⁾Teores de macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg.

Quadro 5 - Significâncias dos contrastes pelo teste t entre as normas médias dos métodos BK, BK-IV e DRIS dos anos agrícolas analisados um a um

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
N	**	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	**
P	**	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	**
K	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
Ca	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns
Mg	**	**	*	**	ns	ns	ns	ns	*	ns
S	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**
Fe	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**	**
Zn	ns	**	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
Cu	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mn	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
B	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
N/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N/K	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	ns
N/Ca	**	ns	*	ns	**	ns	ns	**	ns	**
N/Mg	**	ns	**	**	ns	ns	ns	**	ns	**
N/S	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
N/Fe	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
N/Zn	**	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
N/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N/Mn	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
N/B	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
P/N	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Continua...

Quadro 5, cont...

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
P/K	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	ns
P/Ca	**	ns	**	ns	**	ns	ns	**	ns	**
P/Mg	**	**	**	**	ns	ns	ns	**	ns	**
P/S	**	ns	*	**	**	ns	ns	*	ns	ns
P/Fe	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
P/Zn	**	**	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns
P/Cu	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P/Mn	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
P/B	**	**	**	**	**	ns	*	**	ns	ns
K/N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
K/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
K/Ca	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**
K/Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
K/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
K/Fe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
K/Zn	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
K/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
K/Mn	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
K/B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Ca/N	ns	ns	ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
Ca/P	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns
Ca/K	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns
Ca/Mg	ns	ns	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns

Continua...

Quadro 5, cont...

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
Ca/S	ns	ns	ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
Ca/Fe	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
Ca/Zn	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
Ca/Cu	ns	ns	ns	*	ns	**	**	ns	ns	ns
Ca/Mn	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	*	ns	ns
Ca/B	ns	*	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns
Mg/N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mg/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Mg/K	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
Mg/Ca	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns
Mg/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mg/Fe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Mg/Zn	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mg/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mg/Mn	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Mg/B	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns
S/N	ns	**	*	ns	ns	**	ns	ns	**	**
S/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
S/K	**	**	**	**	ns	ns	*	**	ns	ns
S/Ca	**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	**	**
S/Mg	*	**	**	*	ns	**	ns	*	ns	**
S/Fe	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
S/Zn	**	**	**	*	*	ns	ns	ns	ns	*

Continua...

Quadro 5, cont...

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
S/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S/Mn	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
S/B	**	**	**	**	ns	ns	ns	**	ns	ns
Fe/N	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*	**	**
Fe/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
Fe/K	**	*	**	**	ns	*	ns	**	ns	**
Fe/Ca	**	ns	**	ns	**	ns	ns	*	**	**
Fe/Mg	**	ns	**	ns	ns	*	ns	**	*	**
Fe/S	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	*	**
Fe/Zn	**	ns	**	ns	*	ns	ns	*	**	**
Fe/Cu	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Fe/Mn	**	ns	**	ns	**	ns	ns	**	ns	**
Fe/B	**	*	**	**	*	ns	ns	**	ns	**
Zn/N	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns
Zn/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
Zn/K	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
Zn/Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
Zn/Mg	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns
Zn/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Zn/Fe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Zn/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns
Zn/Mn	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns
Zn/B	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns

Continua...

Quadro 5, cont...

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
Cu/N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/K	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Ca	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Mg	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Fe	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns
Cu/Zn	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Mn	**	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
Cu/B	**	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mn/N	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	**	ns
Mn/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	ns
Mn/K	ns	*	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
Mn/Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Mn/Mg	ns	*	ns	ns	ns	**	**	ns	*	ns
Mn/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Mn/Fe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Mn/Zn	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Mn/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns
Mn/B	ns	*	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	ns
B/N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
B/P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
B/Ca	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**

Continua...

Quadro 5, cont...

Variável	Contraste									
	A1 vs A2	A1 vs A3	A1 vs A4	A1 vs A5	A2 vs A3	A2 vs A4	A2 vs A5	A3 vs A4	A3 vs A5	A4 vs A5
B/Mg	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	**
B/S	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
B/Fe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B/Zn	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
B/Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
B/Mn	*	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
B/K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
número de ns	80	88	74	71	90	100	83	89	83	84
% de ns	65,6	72,1	60,7	58,2	73,8	82,0	68,0	73,0	68,0	69,0

ns, * e **, respectivamente não significativo e significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t.

4.2. Diagnósticos nutricionais das lavouras de soja no decorrer dos anos de cultivo

No que se refere aos macronutrientes, o BK e o BK-IV diagnosticaram mais frequentemente o Mg na classe de limitação por falta (LF), o que compreende os diagnósticos deficiente (D) e tendendo a deficiente (TD) (Quadros 6 e 7).

Tal apontamento corrobora com a recomendação de LIMA (2004) no que se refere ao potencial de resposta das lavouras de soja ao se utilizar calcários dolomíticos visando aumento de produtividades.

Esse déficit de suprimento de Mg provavelmente fez com que o DRIS também diagnosticasse este macronutriente como o mais frequentemente desequilibrado por falta (classe LF) (Quadro 8).

Os métodos BK e BK-IV apontam para o adequado suprimento de N às lavouras, uma vez que em todos os anos o macronutriente foi o mais frequentemente diagnosticado na classe de não limitante (NL), que integra os diagnósticos suficiente (S) e bom (B) (Quadros 6 e 7). Este relativamente adequado suprimento de N provavelmente colaborou para que com o DRIS tenha se diagnosticado o N como o macronutriente mais frequentemente equilibrado em todos os anos agrícolas estudados (Quadro 8), mesmo o N sendo o nutriente mais demandado pela cultura da soja (vide Figura 1).

As lavouras em estudo não receberam adubação nitrogenada, levando a crer que boa parte do que foi suprido de N à elas se deve à Fixação Biológica de N (FBN) por meio da associação entre bactérias fixadoras de N atmosférico nos nódulos das raízes de soja.

A FBN é de extrema importância na cultura da soja pelo fato de tornar viável economicamente sua exploração comercial (HUNGRIA et al., 2001), excluindo ou minimizando os custos com a adubação nitrogenada, inclusive, algumas variedades de soja tiveram seu comércio inviabilizado por sua alta especificidade de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* com as quais são capazes de formarem associações (CARVALHO et al. 2008), o que restringe em muito a capacidade da lavoura nutrir-se com N.

MENDES et al. (2008) reforçam que adubação nitrogenada na cultura da soja, mesmo que trazendo ligeiros aumentos de produtividades, pode não ser justificada economicamente.

PROCÓPIO et al. (2004) verificaram que o não fornecimento de N via adubação para a cultura da soja muito contribuiu para o controle de plantas daninhas nas lavouras, e embora o fornecimento de N via adubação também possa vir inibir a nodulação de bactérias fixadoras de N nas raízes de soja (CAMPOS & GNATTA, 2006), ainda que em situações peculiares, algum fornecimento de N via adubação pode vir a ser favorável a produção de soja (KUBOTA et al. 2008).

Assim, os resultados de diagnose nutricional das lavouras de soja neste trabalho levam a crer que a FBN foi suficiente para atender suas demandas de N, dentro do que foi utilizado em termos de materiais genéticos de soja e efetivação de fornecimento de insumos.

O K e Mg foram os macronutrientes mais frequentemente diagnosticados na classe de limitação por excesso (LE) pelo BK e BK-IV (Quadros 6 e 7). A classe LE abrange os diagnósticos tendendo a excessivo (TE) e excessivo (E).

MASCARENHAS et al. (1994) apontam para uma aparente elevada capacidade de extração de Mg e K do solo por parte de algumas cultivares de soja.

WENDLING et al. (2008) também relatando a alta eficiência de extração de K do solo por parte de plantas de soja, creditam a isso as baixas respostas às adubações potássicas nas produtividades de soja em alguns solos Paraguai.

CARDOSO et al. (2006) ao verificarem que em plantas de soja micorrizadas houve aumento dos teores foliares de K, argumentam que a capacidade de extração de K do solo pode ser ainda aumentada com associações micorrízicas.

O DRIS diagnosticou o S como sendo o macronutriente que mais frequentemente estava desequilibrado por excesso nas lavouras de soja.

O BK e BK-IV diagnosticaram o Mn como o micronutriente mais frequentemente desbalanceado por falta (classe LF) e o Zn como o micronutriente mais desbalanceado por excesso (classe LE) (Quadros 6 e 7).

Esses diagnósticos podem estar relacionados a uma eventual baixa absorção de Mn por plantas de soja ao ponto de provocar freqüente desbalanço, pode ser creditada ao fato de que na região em que foram cultivadas as lavouras do presente estudo, Chapadão dos Parecis no município matogrossense de Campo Novo dos Parecis, predominam Latossolos em especial os de textura média, que caracterizam-se por serem bem ou até acentuadamente drenados, desfavorecendo assim a ocorrência dos microsítios de redução de Mn ao longo do mesmo, uma vez que são as formas reduzidas de Mn que são efetivamente absorvidas pelas plantas de uma maneira geral.

SILVA et al. (2009) constataram que a soja apresenta maior capacidade de acúmulo de Zn se comparado a *Brachiaria brizantha* emergida simultaneamente a ela, no entanto, se a gramínea emerge antes, esta passa a ter um maior acúmulo de Zn do que a leguminosa, o que permite supor que as plantas de soja são de certa forma favorecidas no que se refere à capacidade de extração de Zn do solo.

Os métodos BK e BK-IV não concordaram nos diagnósticos dos micronutrientes mais frequentemente balanceados, sendo respectivamente o Fe e o B, porém esses dois micronutrientes alternam-se em primeiro e segundo mais freqüentes entre esses dois métodos (Quadros 6 e 7).

No DRIS o Cu foi o micronutriente mais frequentemente diagnosticado como desequilibrado por falta e excesso (LF e LE), ambos em dois dos cinco anos agrícolas estudados, e os demais, Fe, Zn, Mn e B, praticamente em todas as lavouras no decorrer dos cinco anos agrícolas foram diagnosticados como equilibrados, faixa NL (Quadro 8).

Esse resultado aponta para uma tendência do método DRIS perder sua sensibilidade em diagnosticar os extremos da curva de distribuição normal (classes LF e LE).

As Frequências de Diagnósticos Concordantes (FDC) médias entre os métodos IBK e IBK-IV sempre superiores a 80,0 % indicam que de certa forma os mesmos são redundantes entre si (Quadro 9).

No entanto, quando se comparou os diagnósticos de qualquer variação dos métodos baseados no balanço nutricional (BK e BK-IV) com o método

DRIS (baseado no equilíbrio nutricional), verificou-se que a FDC média não supera 50,0 % (Quadro 9).

Quadro 6 - Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o BK

Ano	Clas. diag. ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Macronutriente	Micronutriente		
		----- (%) -----											(ordem decrescente)			
A1	LF	3,8	12,7	8,9	14,6	24,1	15,8	20,3	22,8	28,5	32,3	8,2	Mg > S > Ca > P > K > N	Mn > Cu > Zn > Fe > B		
	NL	89,9	75,3	84,2	74,7	65,2	73,4	50,0	55,7	52,5	43,0	69,0	N > K > P > Ca > S > Mg	B > Zn > Cu > Fe > Mn		
	LE	6,3	12,0	7,0	10,8	10,8	10,8	29,7	21,5	19,0	24,7	22,8	P > Ca = Mg = S > K > N	Fe > Mn > B > Zn > Cu		
A2	LF	12,1	46,6	20,7	20,7	29,3	12,1	39,7	19,0	25,9	20,7	12,1	P > Mg > K = Ca > N = S	Fe > Cu > Mn > Zn > B		
	NL	84,5	48,3	74,1	51,7	62,1	82,8	50,0	56,9	69,0	60,3	72,4	N > S > K > Mg > Ca > P	B > Cu > Mn > Zn > Fe		
	LE	3,4	5,2	5,2	27,6	8,6	5,2	10,3	24,1	5,2	19,0	15,5	Ca > Mg > P = K = S > N	Zn > Mn > B > Fe > Cu		
A3	LF	6,7	18,3	17,7	15,2	20,7	8,5	12,2	36,0	15,2	28,7	18,3	Mg > P > K > Ca > S > N	Zn > Mn > B > Cu > Fe		
	NL	92,7	78,0	73,8	76,2	60,4	87,2	80,5	52,4	78,0	59,8	71,3	N > S > P > Ca > K > Mg	Fe > Cu > B > Mn > Zn		
	LE	0,6	3,7	8,5	8,5	18,9	4,3	7,3	11,6	6,7	11,6	10,4	Mg > K = Ca > S > P > N	Zn = Mn > B > Fe > Cu		
A4	LF	8,4	3,6	7,2	16,8	24,6	19,8	0,0	21,0	21,6	32,3	15,0	Mg > S > Ca > N > K > P	Mn > Cu > Zn > B > Fe		
	NL	91,6	91,6	78,4	74,3	65,3	65,3	91,6	59,3	64,7	50,9	70,7	N = P > K > Ca > Mg = S	Fe > B > Cu > Zn > Mn		
	LE	0,0	4,8	14,4	9,0	10,2	15,0	8,4	19,8	13,8	16,8	14,4	S > K > Mg > Ca > P > N	Zn > Mn > B > Cu > Fe		
A5	LF	1,2	10,3	9,1	32,9	23,0	10,3	8,6	21,0	35,4	34,2	11,1	Ca > Mg > P = S > K > N	Cu > Mn > Zn > B > Fe		
	NL	94,7	85,6	62,6	56,8	64,2	78,6	74,9	59,3	51,9	46,1	71,2	N > P > S > Mg > K > Ca	Fe > B > Zn > Cu > Mn		
	LE	4,1	4,1	28,4	10,3	12,8	11,1	16,5	19,8	12,8	19,8	17,7	K > Mg > S > Ca > N = P	Zn = Mn > B > Fe > Cu		

⁽¹⁾ Classe de diagnóstico nutricional.

Quadro 7 - Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o BK-IV

Ano	Clas. diag. ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Macronutriente					Micronutriente				
		----- (%) -----											(ordem de crescente)									
A1	LF	7,0	15,8	9,5	20,9	28,5	21,5	30,4	29,7	31,6	39,9	10,8	Mg > S > Ca > P > K > N					Mn > Cu > Fe > Zn > B				
	NL	86,1	68,4	82,3	65,2	58,2	63,3	35,4	46,8	43,7	29,7	62,7	N > K > P > Ca > S > Mg					B > Zn > Cu > Fe > Mn				
	LE	7,0	15,8	8,2	13,9	13,3	15,2	34,2	23,4	24,7	30,4	26,6	P > S > Ca > Mg > K > N					Fe > Mn > B > Cu > Zn				
A2	LF	13,8	53,4	25,9	27,6	36,2	12,1	48,3	25,9	36,2	37,9	12,1	P > Mg > Ca > K > N > S					Fe > Mn > Cu > Zn > B				
	NL	81,0	41,4	67,2	44,8	55,2	79,3	36,2	43,1	58,6	39,7	69,0	N > S > K > Mg > Ca > P					B > Cu > Zn > Mn > Fe				
	LE	5,2	5,2	6,9	27,6	8,6	8,6	15,5	31,0	5,2	22,4	19,0	Ca > Mg = Ca > K > N = P					Zn > Mn > B > Fe > Cu				
A3	LF	7,3	20,7	21,3	22,6	26,2	11,6	27,4	47,6	47,0	47,0	21,3	Mg > Ca > K > P > S > N					Zn > Cu = Mn > Fe > B				
	NL	91,5	73,8	67,7	67,1	50,0	82,3	59,1	37,2	44,5	36,0	64,6	N > S > P > K > Ca > Mg					B > Fe > Cu > Zn > Mn				
	LE	1,2	5,5	11,0	10,4	23,8	6,1	13,4	15,2	8,5	17,1	14,0	Mg > K > Ca > S > P > N					Mn > Zn > B > Fe > Cu				
A4	LF	9,6	4,2	13,8	24,0	29,9	25,7	60,5	28,1	21,6	49,7	22,2	Mg > S > Ca > K > N > P					Fe > Mn > Zn > B > Cu				
	NL	86,8	89,8	66,5	61,1	55,7	50,3	24,6	50,9	59,9	25,7	61,1	P > N > K > Ca > Mg > S					B > Cu > Zn > Mn > Fe				
	LE	3,6	6,0	19,8	15,0	14,4	24,0	15,0	21,0	18,6	24,6	16,8	S > K > Ca > Mg > P > N					Mn > Zn > Cu > B > Fe				
A5	LF	1,2	12,8	13,2	39,9	32,9	12,8	23,9	32,5	46,9	49,8	15,6	Ca > Mg > K > P = S > N					Mn > Cu > Zn > Fe > B				
	NL	92,6	82,7	51,4	46,5	49,8	73,3	53,1	45,3	35,0	22,2	63,4	N > P > S > K > Mg > Ca					B > Fe > Zn > Cu > Mn				
	LE	6,2	4,5	35,4	13,6	17,3	14,0	23,0	22,2	18,1	28,0	21,0	K > Mg > S > Ca > N > P					Mn > Fe > Zn > B > Cu				

⁽¹⁾ Classe de diagnóstico nutricional.

Quadro 8 - Frequência dos diagnósticos nas classes de limitantes por faltas (LF), não limitantes (NL) e limitantes por excesso (LE) de acordo com o DRIS

Ano	Clas. diag. ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Macronutriente	Micronutriente	
----- (%) -----													(ordem decrescente)		
A1	LF	0,0	30,4	0,6	18,4	50,6	32,3	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	Mg > S > P > Ca > K > N	Cu > Fe = Zn = Mn = B	
	NL	100,0	32,9	99,4	67,1	23,4	31,6	100,0	100,0	95,6	100,0	100,0	N > K > Ca > P > S > Mg	Fe = Zn = Mn = B > Cu	
	LE	0,0	36,7	0,0	14,6	25,9	36,1	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	P > S > Mg > Ca > N = K	Cu > Fe = Zn = Mn = B	
A2	LF	0,0	53,4	1,7	17,2	39,7	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	P > Mg > Ca > S > K > N	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
	NL	100,0	34,5	98,3	44,8	36,2	27,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	N > K > Ca > Mg > P > S	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
	LE	0,0	12,1	0,0	37,9	24,1	56,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	S > Ca > Mg > P > N = K	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
A3	LF	0,0	41,5	1,2	0,6	14,0	17,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	P > S > Mg > K > Ca > N	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
	NL	100,0	28,7	98,8	95,7	62,8	40,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	N > K > Ca > Mg > S > P	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
	LE	0,0	29,9	0,0	3,7	23,2	42,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	S > P > Mg > Ca > N = K	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
A4	LF	0,0	21,0	0,6	0,6	31,7	22,2	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	Mg > S > P > K = Ca > N	Cu > Fe = Zn = Mn = B	
	NL	100,0	24,6	98,2	94,6	47,3	49,7	100,0	100,0	91,0	100,0	100,0	N > K > Ca > S > Mg > P	Fe = Zn = Mn = B > Cu	
	LE	0,0	54,5	1,2	4,8	21,0	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	P > S > Mg > Ca > K > N	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
A5	LF	0,0	39,1	0,4	8,6	29,6	29,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	P > Mg = S > Ca > K > N	Fe = Zn = Cu = Mn = B	
	NL	100,0	39,5	99,6	89,7	52,7	35,0	100,0	100,0	99,6	100,0	100,0	N > K > Ca > Mg > P > S	Fe = Zn = Mn = B > Cu	
	LE	0,0	21,4	0,0	1,6	17,7	35,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	S > P > Mg > Ca > N = K	Cu > Fe = Zn = Mn = B	

⁽¹⁾ Classe de diagnóstico nutricional.

Quadro 9 - Frequência de diagnósticos concordantes entre os diferentes métodos utilizados na diagnose nutricional

BK vs. BK-IV												
Ano	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	média
----- (%) -----												
A1	96,2	91,8	98,1	89,2	90,5	89,2	83,5	86,7	84,8	75,3	93,0	89,0
A2	96,6	93,1	93,1	86,2	93,1	96,6	84,5	82,8	89,7	69,0	96,6	89,2
A3	98,8	95,7	93,3	89,6	89,6	95,1	76,2	81,1	63,4	64,6	93,3	85,5
A4	95,2	98,2	88,0	85,0	89,2	84,4	25,7	88,6	91,0	62,3	87,4	81,4
A5	97,9	97,1	86,4	86,8	83,1	94,2	77,0	79,8	66,3	60,1	90,5	83,6
DRIS vs. BK												
Ano	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	média
----- (%) -----												
A1	58,9	22,2	59,5	60,1	17,7	20,9	42,4	40,5	48,7	19,6	51,9	40,2
A2	46,6	25,9	58,6	50,0	22,4	10,3	44,8	43,1	60,3	12,1	44,8	38,1
A3	57,9	22,0	55,5	64,6	59,8	29,9	65,2	43,3	53,0	22,0	55,5	48,1
A4	61,1	16,8	66,5	65,9	38,3	51,5	78,4	43,7	61,1	13,2	48,5	49,5
A5	65,4	22,2	48,6	49,0	47,7	24,7	58,4	49,4	42,4	18,5	49,4	43,2
DRIS vs. BK-IV												
Ano	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	média
----- (%) -----												
A1	57,0	26,6	57,6	55,7	20,3	22,8	29,7	31,6	36,1	13,9	45,6	36,1
A2	44,8	29,3	51,7	51,7	24,1	10,3	31,0	31,0	51,7	8,6	41,4	34,2
A3	56,7	23,8	48,8	54,9	57,9	29,9	45,1	28,7	23,2	16,5	48,8	39,5
A4	56,9	16,2	54,5	50,9	41,9	50,3	14,4	36,5	53,9	5,4	41,9	38,4
A5	63,8	21,8	37,4	37,9	50,2	27,2	37,4	36,6	25,5	10,3	42,4	35,5

Plotando graficamente os índices balanceados de Kenworthy para cada nutriente diminuído de 100 (IBK – 100), e os índices DRIS para cada macronutriente, tem-se uma idéia da dispersão das lavouras de altas produtividades (pop. alta) e das lavouras de relativas baixas produtividades (pop. baixa) no que se relaciona a essas variáveis (Figura 3).

A figura 3 demonstra que a maioria das lavouras de alta produtividade em todo o banco de dados utilizado obtiveram os índices DRIS (I_A) para cada macronutriente entre os valores -1,0 e 1,0, bem como os valores dos índices balanceados de Kenworthy para os nutrientes (IBK) entre os valores -20,0 e 20,0.

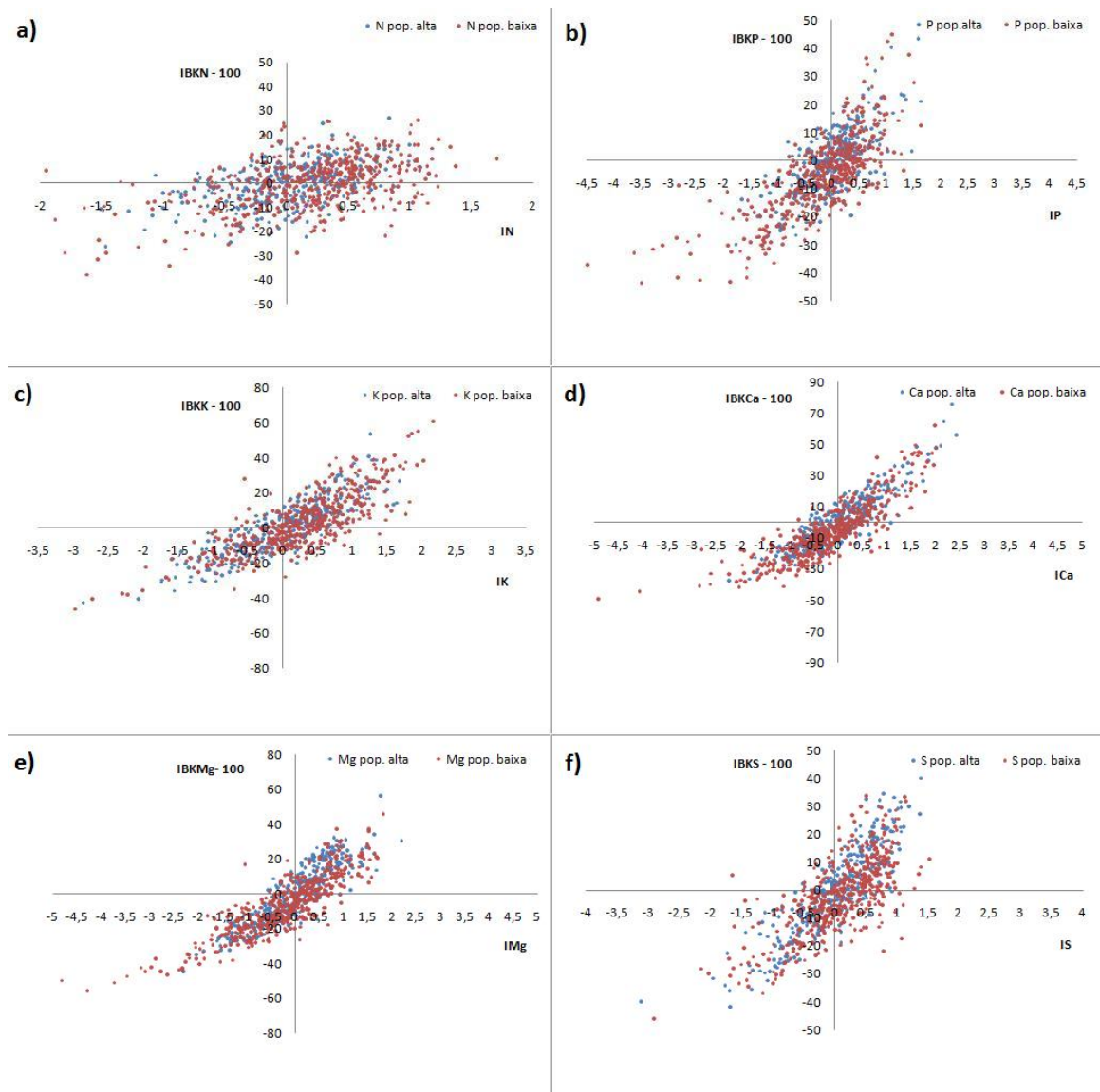


Figura 3 - Dispersão das 790 lavouras de abrangência do banco de dados quanto aos índices balanceados de Kenworthy diminuído de 100 e simultaneamente aos Índices DRIS para os macronutrientes N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f).

A figura 4 demonstra graficamente a dispersão das lavouras de altas produtividades (pop. alta) e de relativas baixas produtividades (pop. baixa), em função dos Índices DRIS e índices balanceados de Kenworthy para cada micronutriente estudado.

Nas figuras 3 e 4 são nítidas as tendências de que os índices DRIS e índices balanceados de Kenworthy diminuídos de 100 concordam entre si, no que se refere a assumirem valores negativos ou positivos simultaneamente em uma dada lavoura.

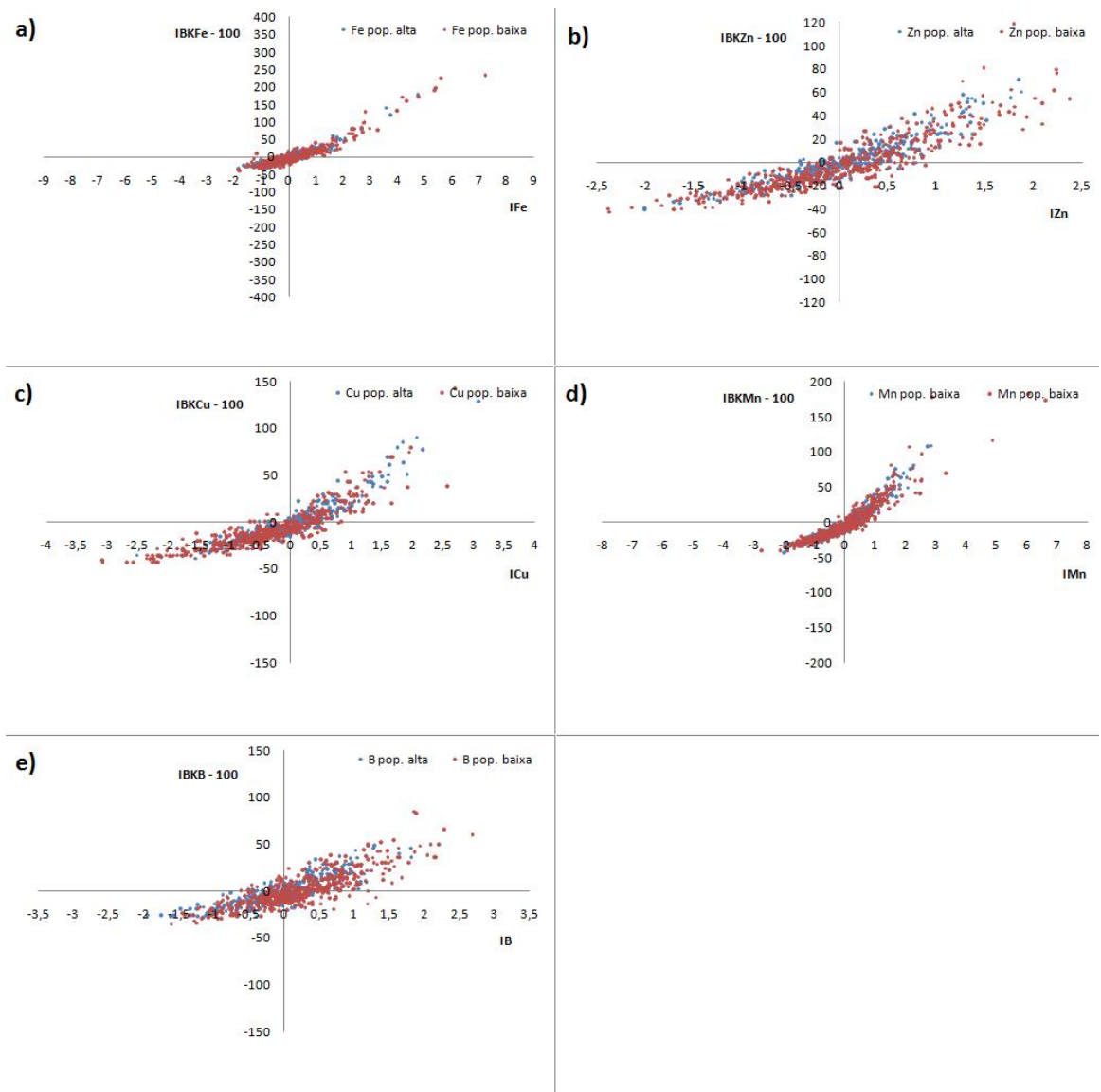


Figura 4 - Dispersão das 790 lavouras de abrangência do banco de dados quanto aos índices balanceados de Kenworthy diminuído de 100 simultaneamente aos índices DRIS para os micronutrientes Fe (a), Zn (b), Cu (c), Mn (d) e B (e).

A figura 5 ilustra o mapa da distribuição das lavouras nas subpopulações de altas (pop. alta) e de baixas (pop. baixa) produtividades quanto suas relações com os índices de equilíbrios nutricionais médios (IENm) e quanto aos Índices Balanceados de Kenworthy médios diminuídos de 100 (IBK - 100).

O IENm é a média dos valores absolutos dos Índices DRIS de cada nutriente analisado em cada lavoura, analogamente, o IBKm é a média dos valores absolutos dos índices balanceados de Kenworthy de cada nutriente diminuindo-se 100.

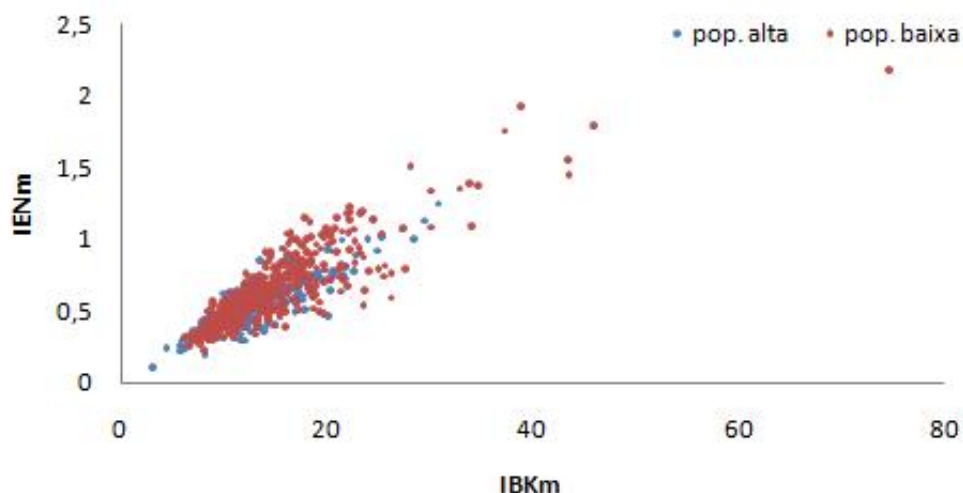


Figura 5 - Mapa de distribuição das 790 lavouras de soja quanto ao IBKm e IENm.

No que se refere às lavouras de altas produtividades, verificou-se que com uma frequência de 85,3 % delas estão compreendidas entre 0 e 17 de valores de IBKm, e que 7,5 % apresentaram valores de IENm compreendidos entre 0 e -0,4.

Cerca de 74,0 % das lavouras de baixas produtividades estão situadas na região do mapa que vai de 0 a 17 de IBKm, e 3,7 % de IENm.

Tais frequências são semelhantes às encontradas em plantios jovens de eucalipto por ROCHA (2008). Este autor sugere que mais estudos devem ser feitos para investigar se os limites das faixas normais para os métodos BK (17 a -17) e DRIS (0,667 a -0,667) são de fato adequados, e se devem ser ajustados de acordo com cada nutriente e cada cultura.

4.3. Variabilidade das normas médias BK e DRIS ao longo dos anos de cultivo

Partindo da premissa que as normas geradas no próprio ano agrícola são as melhores para diagnosticar respectivas lavouras, simulou-se a condição de construção do banco de dados na diagnose de lavouras comerciais por meio do acúmulo de dados anteriores, considerou-se o acúmulo de lavouras de altas produtividades das safras anteriores, o que resultou nos seguintes

contrastes: A2 vs A1, A1 + A2 vs A3, A1 + A2 + A3 vs A4 e A1 + A2 + A3 + A4 vs A5.

Nesse caso, a não significância pelo teste t a 5 % de probabilidade ocorreu em 69,88% do total de observações (Quadro 10).

Assim como nos contrastes entre os anos agrícolas combinados um a um (Quadro 5), houve também uma tendência das menores significâncias entre as diferenças serem nas normas médias DRIS do que nas normas médias BK, respectivamente, 71,4 e 47,7 %. Ressaltando que as normas médias BK e BK são as mesmas.

Quadro 10 - Significâncias dos contrastes pelo teste t entre as normas médias dos métodos BK, BK-IV e DRIS nas condições de acúmulo de dados no decorrer dos anos agrícolas

Variável	Contraste			
	A2 vs A1	A3 vs A1 + A2	A4 vs A1 + A2 + A3	A5 vs A1 + A2 + A3 + A4
N	**	**	**	ns
P	**	**	**	ns
K	ns	*	ns	ns
Ca	ns	**	**	**
Mg	**	**	ns	ns
S	**	**	**	ns
Fe	**	*	**	ns
Zn	ns	**	ns	ns
Cu	**	*	ns	ns
Mn	ns	**	ns	ns
B	ns	**	ns	ns
N/P	ns	**	**	**
N/K	ns	ns	ns	ns
N/Ca	**	ns	**	**
N/Mg	**	ns	ns	ns
N/S	**	ns	**	ns
N/Fe	ns	ns	ns	**
N/Zn	ns	ns	ns	**
N/Cu	**	ns	ns	ns
N/Mn	ns	ns	ns	ns
N/B	**	ns	**	*
P/N	**	ns	**	**
P/K	**	**	**	**
P/Ca	**	ns	**	**

Continua...

Quadro 10, cont...

Variável	Contraste			
	A2 vs A1	A3 vs A1 + A2	A4 vs A1 + A2 + A3	A5 vs A1 + A2 + A3 + A4
P/Mg	**	ns	*	ns
P/S	**	ns	**	ns
P/Fe	**	ns	ns	**
P/Zn	ns	ns	ns	**
P/Cu	**	ns	**	ns
P/Mn	ns	ns	ns	*
P/B	**	ns	**	**
K/N	**	ns	**	**
K/P	ns	ns	ns	ns
K/Ca	ns	ns	ns	ns
K/Mg	ns	ns	ns	ns
K/S	ns	ns	ns	ns
K/Fe	ns	ns	ns	ns
K/Zn	ns	ns	ns	ns
K/Cu	ns	ns	ns	ns
K/Mn	ns	ns	ns	ns
K/B	ns	ns	ns	ns
Ca/N	ns	ns	ns	ns
Ca/P	ns	**	ns	**
Ca/K	ns	ns	ns	**
Ca/Mg	ns	**	*	**
Ca/S	ns	**	**	**
Ca/Fe	ns	ns	ns	**
Ca/Zn	ns	ns	ns	**
Ca/Cu	ns	ns	ns	**
Ca/Mn	ns	ns	ns	**
Ca/B	ns	ns	*	**
Mg/N	ns	**	*	**
Mg/P	ns	ns	ns	ns
Mg/K	ns	ns	ns	ns
Mg/Ca	ns	ns	ns	**
Mg/S	**	ns	ns	ns
Mg/Fe	ns	ns	ns	ns
Mg/Zn	ns	ns	ns	**
Mg/Cu	*	ns	ns	ns
Mg/Mn	ns	ns	ns	ns
Mg/B	**	ns	ns	ns
S/N	ns	ns	ns	**
S/P	ns	**	ns	ns
S/K	ns	ns	ns	ns
S/Ca	**	**	**	**

Continua...

Quadro 10, cont...

Variável	Contraste			
	A2 vs A1	A3 vs A1 + A2	A4 vs A1 + A2 + A3	A5 vs A1 + A2 + A3 + A4
S/Mg	**	ns	ns	ns
S/Fe	*	*	**	ns
S/Zn	ns	ns	ns	**
S/Cu	**	ns	*	ns
Fe/N	**	*	**	**
Fe/P	ns	ns	*	ns
Fe/K	ns	ns	ns	ns
Fe/Ca	**	ns	**	ns
Fe/Mg	**	ns	*	ns
Fe/S	**	ns	**	ns
Fe/Zn	ns	ns	*	ns
Fe/Cu	**	ns	*	ns
Fe/Mn	ns	ns	*	ns
Fe/B	**	ns	**	ns
Zn/N	**	ns	**	ns
Zn/P	ns	ns	ns	ns
Zn/K	ns	ns	ns	ns
Zn/Ca	ns	ns	ns	**
Zn/Mg	ns	ns	ns	ns
Zn/S	ns	ns	ns	ns
Zn/Fe	ns	ns	ns	ns
Zn/Cu	ns	ns	ns	**
Zn/Mn	ns	ns	ns	ns
Zn/B	ns	ns	*	*
Cu/N	ns	ns	ns	**
Cu/P	ns	ns	ns	ns
Cu/K	ns	ns	ns	ns
Cu/Ca	**	ns	ns	**
Cu/Mg	**	ns	ns	ns
Cu/S	ns	ns	ns	ns
Cu/Fe	ns	ns	ns	ns
Cu/Zn	ns	ns	ns	**
Cu/Mn	**	ns	ns	ns
Cu/B	**	ns	**	**
Mn/N	**	ns	ns	**
Mn/P	ns	**	ns	ns
Mn/K	ns	ns	ns	ns
Mn/Ca	ns	**	ns	*
Mn/Mg	ns	ns	ns	ns
Mn/S	ns	**	ns	ns
Mn/Fe	ns	ns	ns	ns

Continua...

Quadro 10, cont...

Variável	Contraste			
	A2 vs A1	A3 vs A1 + A2	A4 vs A1 + A2 + A3	A5 vs A1 + A2 + A3 + A4
B/P	ns	ns	ns	ns
B/K	ns	ns	ns	ns
B/Ca	ns	ns	ns	ns
B/Mg	ns	ns	ns	ns
Mn/Zn	ns	*	ns	*
Mn/Cu	ns	**	ns	ns
Mn/B	ns	*	ns	ns
B/N	ns	**	ns	*
B/S	ns	ns	ns	ns
B/Fe	ns	ns	ns	ns
B/Zn	ns	ns	ns	ns
B/Cu	ns	ns	ns	ns
B/Mn	ns	ns	ns	ns
número de ns	81	93	84	80
% de ns	66,39	76,23	68,85	65,57

ns, * e **, respectivamente não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste "t".

A FDC no BK foi de 51,5 %, no BK-IV foi de 47,0 % e no DRIS foi de 46,0 %, apontando que são necessárias melhores estratégias na obtenção das normas a serem utilizadas nesses métodos.

5. CONCLUSÕES

1. As normas variaram consideravelmente ao longo dos cinco anos agrícolas;
2. O N é o macronutriente mais frequentemente equilibrado e balanceado nas lavouras de soja ao longo dos cinco anos;
3. Os nutrientes mais limitantes às maiores produtividades de soja foram o Mg, S, K, Mn, Cu e Zn;
4. O BK e BK-IV apresentaram elevada acurácia de seus diagnósticos, o que não ocorreu quando os diagnósticos deles foram comparados com os diagnósticos obtidos a partir do DRIS, e;
5. Os diagnósticos obtidos a partir das normas originadas do acúmulo de dados antes dos anos agrícolas pouco concordaram com os diagnósticos obtidos com as normas do próprio ano agrícola.

6. BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. Para entender a Moratória da Soja: o cultivo responsável. 2007. Disponível em <http://www.abiove.com.br/sustent/ms_cprodutor_24jul07.pdf>. Acessado em 10 de outubro de 2007.
- ALVAREZ V., VH. & LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. B. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo, 24:20-25, 1999.
- ARANTES, N.E. & SOUZA, P.I.M. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1993. 535p.
- BATAGLIA, O.C. DECHEN, A.R. & SANTOS, W.R. dos. Diagnose visual e análise de plantas. In: REINIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1002. Anais dos Simpósios. Piracicaba, Fundação cargil, 1992. p.369-393.
- BEAUFILS, E.R. Diagnostics and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration base on principles develop from research in plant nutrition. Pietermaritzburg, South África, University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, n. 1).

- CAMPOS, B.C. & GNATTA, V.i. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 30, n. 1, fev. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000100008&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 26 nov. 2008. doi: 10.1590/S0100-06832006000100008.
- CARDOSO, E.J.B.N.; NAVARRO, R.B. & NOGUEIRA, M.A.. Absorção e translocação de manganês por plantas de soja micorrizadas, sob doses crescentes deste nutriente. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 27, n. 3, jun. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000300003&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 26 nov. 2008. doi: 10.1590/S0100-06832003000300003.
- CARVALHO, F.G.; SELBACH, P.A. & SILVA, A. J.N. Especificidade hospedeira de variantes *Bradyrhizobium* spp em soja (cvs peking e clark), caupi e guandu. *Rev. Bras. Ci. Solo*. 2008, vol.32, n.spe, pp. 2701-2708. *Bras. Ci. Solo* [online]. 2008, vol.32, n.spe, pp. 2701-2708. ISSN 0100-0683. doi: 10.1590/S0100-06832008000700013.
- COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Avaliação da Safra Agrícola 2008/2009 – Primeiro Levantamento – outubro/2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acessado em 01 de janeiro de 2007.
- _____. Arquivo/Série histórica de custos de produção. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/seriehistorica.html>>. Acessado em 07 de novembro de 2008.
- _____. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/>>. Acessado em 01 de janeiro de 2009.
- COSTA, A.N. Sistema Integrado de Diagnose e recomendação (DRIS). *B. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo*, 24:13-15, 1999.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *R. Bras. Eng. Agrí. Ambiental*, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.
- FAGERIA, N.K. Nutrient interactions in crop plants. *J. Plant Nut.*, 24:1269-1290, 2001.

- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. Comm. in Soil Sci. and Plant An., 12:785-794, 1981.
- KENWORTHY, A.L. Interoreting the balance of nutriente-elements in leaves of fruit trees. In: W. REWITHER, ed. Plant Analysis and Fertilizers Problems. Washington, American Institute of Biological Science, 1961. p.28-43.
- KUBOTA, A.; HOSHIBA, K. & BORDON, J. Effect of fertilizer-N application and seed coating with rhizobial inoculants on soybean yield in eastern Paraguay. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa , v. 32, n. 4, ago. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000400027&lng=pt&nrm=iso. acessos em 26 jul. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832008000400027.
- KURIHARA, C.H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 101p. (Tese de Doutorado).
- LAVRES JUNIOR, J.; MORAES, M.F.; CABRAL, C.P & MALAVOLTA, E. Influência genotípica na absorção e na toxidez de manganês em soja. R. Bras. Ci. Solo, 32:173-181, 2008.
- LIMA, R. de O. Sustentabilidade da produção de soja no Brasil Central: características químicas do solo e balanço de nutrientes no sistema solo-planta. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 65p. (Tese de Mestrado).
- MALAVOLTA, E. VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed., Piracicaba, POTAFOS, 1997. p. 115-230.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. & SOUZA, R.B. 17. Diagnose foliar. In: RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS – 5ª APROXIMAÇÃO. Viçosa, 1999. p.143-168.

- MARTINS, O.C.; LIMA, R.L.; VIVIANI, C.A.; BORGES, F.G.; FRANCO, D. & ALOVISI, A.A. Aplicação do DRIS, do PASS e do PIDAP no monitoramento nutricional de soja e algodão. In: SIMPÓSIO SOBRE MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO DE CULTURAS. Piracicaba, 1999. Anais. Piracicaba, POTAFOS, 1999. CD-ROM.
- MARTINS, O.C.; LIMA, R.L.; VIVIANI, C.A.; BORGES, F.G.; FRANCO, D. & ALOVISI, A.A. PIDAP (Programa Integrado de Diagnósticos para o Aumento da Produtividade) no monitoramento nutricional do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., Campo Grande, 2001. Palestras. Campina Grande, Embrapa Algodão/UFMS, 2001. p.172-178.
- MASCARENHAS, H.A.A. et al. Efeito de adubos potássicos na produção de soja. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 1994, vol.51, n.1, pp. 82-89.
- MOURÃO FILHO, F.A.; AZEVEDO, J.C. & NICK, J. A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja 'Valência'. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 37:185-192, 2002.
- PARÉ, D.; MEYER, W.L. & CAMIRÉ, C. Availability and foliar nutrient status of sugar maple saplings following fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1107-1114, 1993.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H. & VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no Estado do Espírito Santo. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:443-451, 2006a.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H. & VIANA, A.P. Comparação de dois métodos DRIS para o Diagnóstico de eficiências nutricionais do cafeeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 41:301-306, fev. 2006b.
- PIMENTEL GOMES, F. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação. IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Circular Técnica n° 178, maio 1991.
- PROCOPIO, S.O. et al. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. *Planta daninha*, Viçosa, v. 22, n. 3, set. 2004.

- ROCHA, J.B.O. Diagnose nutricional de cultivos jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e sul da Bahia. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 66p. (Dissertação de Mestrado).
- ROSOLEM, C.A & TAVARES, C.A. Sintomas de deficiência tardia de fósforo em soja. R. Bras. Ci. Solo, 30:385-389, 2006.
- SANTOS, F.C. Produtividade de soja em resposta a técnicas de cultivo em solos de cerrado com diferentes texturas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2006. 74p. (Tese de Doutorado).
- SILVA, G.G.C.; NEVES, J.C.L.; ALVAREZ V.,V.H. & LEITE, F.P. Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 61:507-515, 2004.
- SOLTANPOUR, P.N.; MALAKOUT, M.J. & RONAGHI, A. Comparasion of Diagnosis and Recommendation Integrated System and Nutrient Sufficiency Rang for corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:133-139, 1995.
- TOLEDO, J.F.F; CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; ALMEIDA, L.A.; BROGIN, R.L.; OLIVEIRA, M.F.; MOREIRA, J.U.V.; RIBEIRO, A.S. & HIROMOTO, D.M. Genotype and enviroment interaction on soybean yield in Mato grosso State, Brazil. Pesq. agropec. bras., Brasília, 41(5):785-791, 2006.
- URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GOLÇALVES, M.C. & MARCHETTI, M.E. Avaliação do estado nutricional da soja. Pesq. agropec. Bras., Brasília, 41:1421-1428, 2006.
- URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GOLÇALVES, M.C. & MARCHETTI, M.E. Determinação de teores de nutrientes em soja pelos métodos Chance matemática, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação e Diagnose da Composição Nutricional. R. Bras. Ci. Solo, 31:63-72, 2007.
- WADT, P.G.S. Relationships between soil class and nutritional status of coffe plantations. R.. Bras. Ci. Solo, 29:227-234, 2005.
- 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. R. Bras. Ci. Solo, 22:685-692. 1998a.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; FONSECA, S.; BARROS, N.F. & DIAS, L.E. Três métodos de cálculo do DRIS para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. R. Bras. Ci. Solo, 22:661-666, 1998b.

WENDLING, Ademir et al . Recomendação de adubação potássica para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 32, n. 5, out. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000500014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 26 jul. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832008000500014.