

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
PARA A CULTURA DO MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO
NA REGIÃO DE HIDROLÂNDIA, GOIÁS**

ANISIO CORREA DA ROCHA

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia – GO – Brasil

ANISIO CORREA DA ROCHA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
PARA A CULTURA DO MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO
NA REGIÃO DE HIDROLÂNDIA, GOIÁS**

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:
Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia - GO – Brasil
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG**

R672s **Rocha, Anísio Correa da.**
 Sistema integrado de diagnose e recomendação para a cultura do
 milho em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia [manuscrito]
 / Anísio Correa da Rocha. - 2006
 89f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro.
 Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de
 Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2006.
 Bibliografia.

1. Nutrição mineral 2. Análise foliar e terra. 3. Balanço nutricional.
 4. Produtividade I. Título.

CDU: 633.15(817.3)

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor(a):	ANISIO CORREA DA ROCHA		
CPF:	178.055.381-15	E-mail:	anisiorocha@yahoo.com.br
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☐ Sim ☒ Não			
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):	Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde - GO		
Agência de fomento:		Sigla:	
País:		UF:	
		CNPJ:	
Título:	Sistema integrado de diagnose e recomendação para a cultura do milho em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, Goiás.		
Palavras-chave:	Nutrição mineral, análise foliar e terra, balanço nutricional, produtividade.		
Título em outra língua:	Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) in corn in reduced row spacing		
Palavras-chave em outra língua:	Mineral nutrition, nutrient balance, yielding, plant and soil analysis		
Área de concentração:	Solo e Água		
Data defesa:	20 de abril de 2006		
Programa de Pós-Graduação:			
Orientador(a):	Wilson Mozena Leandro		
CPF:	081,784,678-60	E-mail:	lenandro@agro.ufg.br
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

☐ Capítulos. Especifique: _____

☐ Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Data: 08/09/ 2011

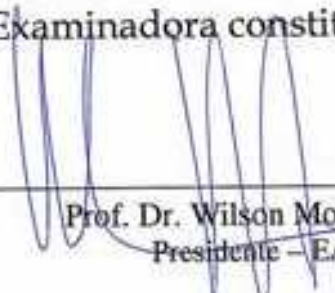
Assinatura do(a) autor(a)

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

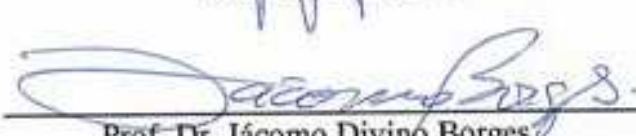
ANÍSIO CORRÊA DA ROCHA

"SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) PARA A CULTURA DO MILHO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA REGIÃO DE HIDROLÂNDIA, GOIÁS".

Tese DEFENDIDA e APROVADA em 20 de abril de 2006,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro
Presidente – EA/UFG



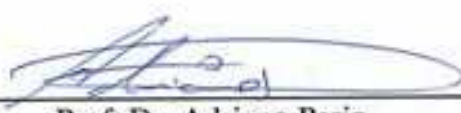
Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
EA/UFG



Prof. Dr.ª Patrícia Pinheiro da Cunha
EA/UFG



Prof. Dr. José Weselli de Sá Andrade
CEFET/Rio Verde-GO.



Prof. Dr. Adriano Perin
CEFET/Rio Verde-GO.

A DEUS,

À Eliza, querida mãe, Romarico, querido pai e Jane, querida esposa.

Às Minhas bêbes cabeçadas,
Elisa e Clara.

Às Minhas irmãs Lucia, Laude,
Dalva, Yolanda, Zina, Meus irmãos
Napoleão, Romarico, Heitor pelo apoio e
incentivo durante toda minha vida.

À Jandira, Jaime, Jaiza, Janice
e Jader pelo apoio e incentivo.

Dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Goiás pela realização do curso.

Ao professor Dr. Wilson Mozena Leandro, pela orientação prestada com extrema competência e determinação, minha grande admiração e respeito, o meu muito obrigado.

Aos Professores do Programa de Pós Graduação do Agronomia da Universidade Federal de Goiás, especial ao Prof. João Batista Duarte, Prof. Paulo Alcanfor Ximenes, Prof. Natan Fontoura da Silva, Prof. Jácomo Divino Borges, Prof. Huberto José Kliemann, Prof. Wilson Mozena Leandro, Prof. Nori Paulo Griebeler, Gilmarcos de Carvalho Corrêa pelos ensinamentos e amizade

À Prof.^a Dr.^a Mara Rúbia da Rocha, pelas orientações prestadas.

Aos colegas do curso João das Graças e Luiz Antonio pelo companheirismo.

Ao amigo Wellington, pela atenção e dedicação prestadas.

Aos laboratoristas do laboratório de análise de solo e foliar da EA/UFG, Carlinhos, Elenilson, Luizinho e Nara, pela amizade e colaboração.

Aos estagiários, Adriano, Adriana, Bruno e Romildo, alunos do curso de Agronomia, pelo apoio na condução dos experimentos de campo.

Aos servidores do CEFET-RV, que contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos os colegas do Curso de Pós Graduação, pelo companheirismo.

Aos amigos João Chieppe, José Weselli e Rodrigo Leitão pelo companheirismo e incentivo.

Minha gratidão

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
 1 INTRODUÇÃO.....	 14
 2 REVISÃO DE LITERATURA.....	 16
2.1 O MILHO.....	16
2.2 ESPAÇAMENTO REDUZIDO EM MILHO.....	17
2.3 ANÁLISE FOLIAR E DE TERRA.....	19
2.4 O DRIS.....	21
2.5 DRIS NO SOLO.....	25
2.6 O DRIS NA CULTURA DO MILHO.....	26
	28
 3 MATERIAL E MÉTODOS.....	
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO CULTIVO.....	28
3.2 AMOSTRAGEM DE FOLHAS E SOLO.....	28
3.3 ANÁLISES QUÍMICAS.....	29
3.4 PRODUTIVIDADE.....	29
3.5 CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES FOLIAR E DE SOLO..	30
3.6 CÁLCULOS DOS ÍNDICES DRIS.....	31
3.7 CÁLCULO DO ÍNDICE DE BALANÇO NUTRICIONAL (IBN).....	33
3.8 DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL.....	33
3.8.1 Interpretação dos índices DRIS.....	34
3.8.2 Faixas de suficiência regional obtida pelo DRIS (FS-DRIS).....	35
3.8.3 Faixa de suficiência.....	35
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 36
4.1 FICHAS CADASTRAIS.....	36
4.2 INTERPRETAÇÃO PELAS FAIXAS DE SUFICIÊNCIA.....	37
4.3 NORMAS DE FOLHA.....	53

4.4 NORMAS PARA SOLO.....	58
4.5 REGRESSÃO POLINOMIAL NA FOLHA.....	61
4.6 REGRESSÃO POLINOMIAL NO SOLO.....	63
4.7 INTERPRETAÇÃO DOS ÍNDICES DRIS.....	67
5 CONCLUSÕES.....	79
6 REFERÊNCIAS	80
ANEXOS.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Faixas de suficiência para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.).....	30
Tabela 2. Níveis de fertilidade para interpretação de matéria orgânica (MO), P /Mehlich, K, Ca, Mg, pH, CTC, V e micronutrientes em análises de solo para a região do Cerrado.....	30
Tabela 3. Valores mínimos, máximos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para produtividade e para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise foliar da cultura do milho, em diversas glebas, no município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.	42
Tabela 4. A distribuição de frequência, em porcentagem de ocorrência de deficiência, das glebas amostradas em Hidrolândia, GO, para macro e micronutrientes nas folhas de milho. Safra 2003/2004.....	44
Tabela 5. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade e entre os parâmetros de análise foliar da cultura do milho, na região de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	45
Tabela 6. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e Teste W em teores de argila entre 36-60% para produtividade e para as variáveis analisadas no solo na profundidade de 0-20 cm, na região de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	50
Tabela 7. Níveis de fertilidade de matéria orgânica (MO), P (Mehlich I), CTC, V%, pH, Ca, Mg, K, S e micronutrientes em análises de solos para milho cultivado em espaçamento reduzido em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	51
Tabela 8. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade e as variáveis na análise de solo na profundidade de 0-20 cm, na região de Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.....	52
Tabela 9. Média, coeficiente de variação e desvio padrão para produtividade e teores de nutrientes nas folhas de plantas do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.), na região de Hidrolândia, Go. Safra 2003/2004.....	53
Tabela 10. Normas para as análises foliares utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho, na região de Hidrolândia, GO, na safra de 2003/2004.....	54
Tabela 11. Comparação de médias das relações binárias das normas para milho (<i>Zea mays</i> L.) desenvolvidas por vários autores e a porcentagem das normas, usando como parâmetro de comparação as normas de Hidrolândia, GO.....	55
Tabela 12. Média, coeficiente de variação e desvio padrão para produtividade e concentrações de nutrientes no solo, na cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$), na região de Hidrolândia, GO. Safra de 2003/2004.....	58

Tabela 13. Normas para as análises de terra utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo ($> 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho, na região de Hidrolândia. Na safra de 2003/2004.....	60
Tabela 14. Equações de regressão polinomiais quadráticas entre índices DRIS e a concentração foliar e r^2 dos nutrientes na cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.) em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004. Conforme os procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992).....	61
Tabela 15. Níveis de suficiência obtidos por regressão polinomial quadrática entre os Índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise foliar de plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.) determinados por diferentes procedimentos. Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.....	63
Tabela 16. Equações de regressão polinomial quadrática entre índices DRIS e a concentração dos nutrientes na análise de solo na profundidade de 0-20 cm, na cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.), em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004. Conforme os procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992).....	64
Tabela 17. Níveis de suficiência obtidos por regressão polinomial quadrática entre os Índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise de solo, calculados por diferentes procedimentos. Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.....	66
Tabela 18. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para os índices DRIS dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise foliar da cultura de milho, (<i>Zea mays</i> L.), em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	67
Tabela 19. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para os índices DRIS de MO e CTC e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise de solo com a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.), em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	69
Tabela 20. Faixas de suficiência obtidas por regressão polinomial de 2º grau entre os índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise foliar, para a cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m). Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	71
Tabela 21. Faixas de suficiência obtidos por regressão polinomial de 2º grau entre os índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise de solo, para a cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.) semeado em espaçamento reduzido. Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	72

Tabela 22. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes na classe baixa diagnosticados por diferentes procedimentos DRIS e métodos de interpretação, obtidos pela análise foliar da cultura do milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m). No município de Hidrolândia, em Goiás. Safra 2003/2004.....	74
Tabela 23. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes na classe baixa diagnosticados por diferentes procedimentos DRIS e métodos de interpretação, obtidos pela análise de terra da cultura de milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), à profundidade de 0-20 cm. No município de Hidrolândia, em Goiás. Safra 2003/2004.....	75
Tabela 24. Ordem dos nutrientes mais limitantes quanto a deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise de folhas da cultura milho (<i>Zea mays</i> L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), em diferentes métodos de interpretação, no município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	77
Tabela 25. Ordem das variáveis mais limitantes quanto a deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidas pela análise do solo com a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), em diferentes métodos de interpretação. Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição de freqüência da produtividade e da concentração de N e P nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	38
Figura 2. Distribuição de freqüência da concentração de K, Ca e Mg nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	39
Figura 3. Distribuição de freqüência da concentração de S, Cu e Fe nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	40
Figura 4. Distribuição de freqüência da concentração de Mn, Zn e B nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	41
Figura 5. Distribuição de freqüência dos teores de matéria orgânica, P e K em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	46
Figura 6. Distribuição de freqüência dos teores de Ca, Mg e da CTC em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	47
Figura 7. Distribuição de freqüência dos teores de S, Cu e Fe em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	48
Figura 8. Distribuição de freqüência dos teores de Mn, Zn e B em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.....	49

RESUMO

ROCHA, A. C. **Sistema integrado de diagnose e recomendação para a cultura do milho em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, Goiás.** 2006. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.¹

Amostras de solo, folhas e produtividade de milho foram avaliadas de área comercial para diagnosticar os nutrientes mais limitantes à produção de milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), no município de Hidrolândia, GO. No diagnóstico das análises de solo e de folha utilizaram-se as faixas de suficiência, tradicionalmente recomendadas e o DRIS. No procedimento DRIS, para se efetuar as diagnoses, utilizaram-se como normas as relações entre nutrientes obtidas das análises de uma população de alta produtividade e não o teor do nutriente em si. Com os resultados das análises foliar e de solo os dados foram divididos em duas sub-populações: uma de alta e outra de baixa produtividade, sendo considerada $\geq 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$ a produtividade de corte. Determinaram-se as normas DRIS pelas relações binárias da população de alta produtividade. As normas obtidas foram comparadas com as de outros autores, obtendo-se resultados divergentes entre as diversas localidades. Para o cálculo dos índices DRIS utilizaram-se diferentes procedimentos. Tanto nas análises de folhas como de solo a interpretação pelos índices DRIS e pelas faixas de suficiência apresentaram resultados diferentes com relação à deficiência e, ou excesso dos nutrientes. O P e o K, na análise de solo, e o B na análise foliar, na maioria dos procedimentos, foram os nutrientes mais limitantes por deficiência.

Palavras-chave: nutrição mineral, análise foliar e terra, balanço nutricional, produtividade.

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

ABSTRACT

ROCHA, A. C. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) in corn in reduced row spacing**. 2006. 89 p. Thesis (Doctor in Agronomy: Crop Production) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006¹.

Soil and leaves samples were collected and grain yield were evaluated in a commercial crop in order to diagnostic the limiting nutrients, deficiency or excess, on corn planted in 0.45 m row spacing, at Hidrolândia, Goiás. For the diagnosis of soil and leaves samples, were utilized sufficiency range approach, currently used in Brazil and the DRIS. The DRIS procedure for assessing nutritional status of plants by leaf and soil analysis utilizes standard values (“norms”) for nutrient rations rather than the nutrient itself. With the results of the analyses of corn leaves and soil, the population was divided in low and high yielding groups. DRIS norms were established using a yield of 5000 kg ha⁻¹ to divide the data set into high and low yield subpopulations. The locally calibrated norms used to evaluate the nutritional status of the corn, from the leaves analysis, were compared to the others authors in several places. The geographic differences in DRIS norms were identified. For the calculation of indices DRIS differents procedures were used. The interpretation of the soil and leaves analyses by the different procedures of the DRIS methods and by the sufficiency range showed different responses with relation to the deficiency and/or excess of nutrients. The P and K in the soil analysis and B in the leaves analysis, in the majority of the procedures, were the most limiting nutrients by deficiency.

Key-words: Mineral nutrition, nutrient balance, yielding, plant and soil analysis

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

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado o terceiro cereal mais importante do mundo, superado pelo arroz e trigo. É originário da América e está entre as plantas cultivadas de maior interesse, quanto à sua origem, estrutura e variação. Somente é conhecido em cultivo e, na sua forma atual, não apresenta indicativos de que poderia subsistir sem os cuidados do homem.

O milho é cultivado em todo o território brasileiro, destacando-se das demais culturas por ocupar a maior área cultivada no país. Sua importância reside, ainda, em sua capacidade de empregar mão-de-obra, visto que, em virtude de suas características de produção, tem grande participação na geração de emprego no setor rural. Além disso, no Brasil, o milho se destaca, entre os grãos, como o produto de maior volume produzido, respondendo pelo segundo maior valor da produção, sendo superado apenas pela soja. O milho é, ainda, o principal insumo para a fabricação de rações utilizadas na criação de animais (Nogueira Netto, 1996). Além disso, é crescente a demanda de milho como produto para população humana, visque sua elevada qualidade nutricional.

No Brasil, a área semeada com milho varia em torno de 13 milhões de hectares, com uma produção aproximada de 41,5 milhões de toneladas. O Cultivo de milho safrinha ocupa uma área em torno de 3 milhões de hectares e responde com cerca 13,5% da produção nacional (FNP, 2002). A área de maior concentração da produção e adoção de tecnologia está localizada nos estados da região Sul do país, além de São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Enquanto o rendimento médio nacional é de 3.341 kg ha⁻¹, a média mundial é de 6.500 kg ha⁻¹, sendo que diversos fatores apontam para a necessidade de intensificação de pesquisas e de adoção de tecnologia na cultura (Tollenaar et al., 1994).

Com as modificações introduzidas nos genótipos mais recentes de milho, tais como menor estatura de planta, menor altura de inserção de espiga, menor esterelidade de plantas, menor duração do subperíodo pendramento-espigamento, plantas com folhas de angulação mais ereta e elevado potencial produtivo, tornou-se possível o uso de menores espaçamentos e aumento na densidade de plantas nas lavouras. Esta nova tendência de práticas de manejo da cultura traz consigo benefícios, pois, permite uma melhor distribuição espacial das plantas de milho, aumentando a eficiência na interceptação da luz

e diminuição da competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude de uma distribuição mais equidistante das plantas.

Diante destas tendências, torna-se necessário reavaliar as recomendações de práticas de manejo, com especial atenção às exigências nutricionais da cultura, devido, principalmente, ao alto custo que ela apresenta num cultivo.

Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas, como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), que considera as relações entre os nutrientes e que os compara com um padrão de alta produtividade, permitem identificar quais os elementos mais limitantes, como, também pode contribuir para um diagnóstico mais preciso do estado nutricional.

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção de um banco de dados regional para a utilização do DRIS; diagnosticar os fatores nutricionais mais limitantes à obtenção de altas produtividades através das faixas de suficiência e do DRIS no milho em espaçamento reduzido em áreas comerciais, no município de Hidrolândia, Goiás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O MILHO

Provavelmente, o milho (*Zea mays* L.) é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornar-se conhecido. Passou, então, a ser cultivado em escala comercial e espalhou-se desde a latitude de 58°Norte (antiga União Soviética) até 40° Sul (Argentina) (Godoy, 2002; Jugenheimer, 1990 citados por Duarte, 2006). Distribuído também nas mais diversas altitudes, sendo cultivado desde localidades situadas abaixo do nível do mar (Região do Mar Cáspio) até regiões com altitudes com mais de 2.500 m (Andes Peruanos) (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

O milho lidera o volume de produção de grãos no mundo. Em 2003 foram produzidas cerca de 638 milhões de toneladas, sendo movimentados, no mercado internacional mais de 70 milhões de toneladas anuais (FAO, 2004).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com participação média de 6% na oferta mundial deste produto. Sua produção é superada pelos Estados Unidos, primeiro produtor mundial, cuja participação é de quase 40%, e pela da China, cuja produção equivale a 20% da oferta mundial de milho (Souza & Braga, 2004).

O Brasil possui, atualmente, cerca de 38 milhões de hectares plantados com lavouras anuais, dos quais pelo menos 13 milhões de hectares são ocupados com milho que, ao lado da soja, é um dos cultivos anuais com maior área cultivada no país, sendo praticada em todo o território nacional, com a utilização dos mais variados níveis de tecnologia. Estima-se que, aproximadamente, 20% da produção sejam destinados ao autoconsumo nas unidades produtoras. O milho participa, em média, com 64% e 66% na composição da ração destinada à avicultura e à suinocultura, respectivamente (FNP, 2004).

Mais de 80% da produção de milho no Brasil é obtida apenas em seis Estados: Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Santa Catarina. Dentre estes Estados, Paraná destaca-se como maior produtor, respondendo por cerca de 24% da produção nacional, sendo seguido pelo Rio Grande do Sul, que participa com 14%. Com cerca de 12%, encontram-se São Paulo e Minas Gerais e Goiás e Santa Catarina com produção corresponde a, aproximadamente, 10% do volume total do milho produzido no Brasil (Souza & Braga, 2004).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, compreendendo desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60% a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (Duarte, 2006).

A cultura do milho apresentou maior incremento no seu potencial produtivo na segunda metade do século XX, expressando ganhos em produtividade de 1,0% a 1,5% por ano, nas diferentes regiões do mundo. O aumento do rendimento potencial do milho tem sido atribuído ao lançamento de cultivares com maior vigor híbrido e às modificações nas práticas culturais, tais como melhor controle de pragas, doenças e plantas invasoras, maior utilização de fertilizantes nitrogenados e aumento na densidade de plantas (Tollenaar et al., 1994).

2.2 ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA CULTURA DO MILHO

Uma das formas de se aumentar a interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, o rendimento de grãos é através da escolha do arranjo adequado de plantas. A associação entre evolução do arranjo de plantas e aumento da produtividade de grãos de milho tem sido freqüentemente reportada na literatura. O arranjo espacial de plantas pode ser manipulado através de alterações na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas, na distribuição de plantas na linha e na variabilidade entre plantas (emergência desuniforme) (Cardwell, 1982; Russel, 1991).

Apesar de haver uma distinção entre adensamento e espaçamento reduzido nota-se que na cultura do milho, geralmente, a redução do espaçamento é acompanhada de uma maior densidade de plantas (Argenta et al., 2001).

O espaçamento tradicional de um metro entre linhas é originário do uso de animais nas lavouras para realização de tratos culturais (Mundstock, 1977). Com a introdução do uso de herbicidas no controle de plantas invasoras, a adoção do espaçamento entre linhas amplo tem sido questionada. Menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial das plantas, aumentando a sua eficiência na interceptação de luz (Flénet et al., 1996). Muitas vezes, isto se reflete em incrementos do rendimento de grãos, devido ao aumento da produção fotossintética líquida (Bullock et al., 1988). A elevação do rendimento de grãos com redução do espaçamento entre linhas é atribuída a melhor eficiência na interceptação de radiação solar e ao decréscimo de competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas (Johnson et al., 1998).

Tradicionalmente, o espaçamento entre linhas adotado pela maioria dos produtores brasileiros concentra-se entre 0,80 m e 0,90 m, devido, principalmente, à inadequação das colhedoras em sistemas com espaçamentos inferiores a 0,80 m. Entretanto, já existe disponibilidade no mercado de semeadoras e colhedoras que permitem a adoção de espaçamentos entre linhas de até 0,45 m. Isso viabilizou a utilização de até 72.000 plantas de milho por hectare, sob espaçamento entre linhas de 0,55 m, com aumento de produtividade (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

O aumento da população de plantas, concomitante com a redução no espaçamento entre linhas, pode requerer acréscimos na absorção de nutrientes pelas plantas para a expressão do potencial máximo da cultura, uma vez que haverá mais plantas competindo por água, luz e nutrientes dentro de um mesmo espaço físico. Assim, a escolha do arranjo de plantas é uma das práticas de manejo de maior importância para otimizar a produtividade de grãos de milho, pois afeta diretamente a interceptação da radiação solar, que é um dos principais fatores determinantes da produtividade (Loomis & Williams, 1963).

Os incrementos potenciais no rendimento de grãos de milho obtidos com o uso de espaçamentos menores (0,50 m e 0,70 m) do que os convencionalmente utilizados (0,80 a 1,00 m) variam de 5% a 10% (Mundstock, 1977).

A necessidade nutricional das plantas é um aspecto a ser considerado na escolha do arranjo de plantas de milho, pois a cultura é muito exigente em fertilidade do solo. O milho responde progressivamente a altas adubações, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo que o nitrogênio é o nutriente ao qual o milho apresenta

melhor resposta de aumento de rendimento de grãos. Trabalhos com genótipos, densidades de plantas e níveis de nitrogênio evidenciam que à medida que se eleva a densidade de plantas, são necessárias maiores doses de nitrogênio. Por outro lado, com baixa disponibilidade deste nutriente, na qual se espera menor rendimento de grãos, a densidade ótima recomendada deve ser reduzida (Peixoto, 1996). No entanto, a variação na população de plantas deve implicar também a variação no nível de adubação, pois, com mais plantas por área, a extração de nutrientes será maior. Nesse caso, a adubação com base nos resultados da análise de solo deve considerar a população de plantas e a produtividade esperada, conforme preconizam Raij & Cantarella (1996).

Mesmo que, em algumas situações, a redução do espaçamento entre linhas não resulte em aumento do rendimento de grãos do milho, a sua adoção pode ser justificada pelo aumento da competitividade com as plantas invasoras, devido à maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura (Teasdale, 1995), pela utilização mais eficiente de máquinas, principalmente de semeadoras, pois possibilita a semeadura do milho no mesmo espaçamento da soja, e também, maior velocidade de semeadura em relação ao espaçamento tradicional. Por outro lado, o uso de menores espaçamentos pode dificultar a realização de tratos culturais em pós-emergência. A colheita, que se constituía em outra limitação, está sendo minimizada devido ao surgimento de plataformas que possibilitam colheita com menor espaçamento menor entre linhas. Há necessidade de semeadura-adubadoras com sistema de distribuição de sementes mais precisas, dada a maior distância entre as sementes na linha de semeadura (Peixoto, 2005).

2.3 ANÁLISE FOLIAR E DE TERRA

A análise de planta é uma determinação quantitativa dos elementos no tecido das plantas. O carbono, hidrogênio e oxigênio não são analisados rotineiramente porque são extraídos do ar ou da água e, normalmente, nunca limitam o crescimento das plantas (Malavolta, 1997).

A análise foliar tem se mostrado útil para confirmar deficiências, toxicidades ou desbalanços nutricionais, identificar a fome oculta, avaliar programas de adubação e estudar a interação entre os nutrientes. A folha, na maioria dos casos, é o órgão da planta onde ocorrem as alterações fisiológicas devido a distúrbios nutricionais. Em função disto, quase sempre o diagnóstico nutricional das plantas é feito pela técnica que, de forma ampla, se denomina diagnose foliar (Bataglia & Dechen, 1996).

A utilização das folhas para avaliar o estado nutricional das plantas leva em conta que estas são os principais órgãos de metabolismo da planta; que as mudanças no suprimento de nutrientes se refletem na composição mineral das folhas estas mudanças são mais acentuadas em certos estádios de crescimento do que em outros e; que as concentrações de nutrientes na folha em estádios específicos estão relacionados com a performance da cultura (Bataglia & Dechen, 1996).

A determinação feita mais comumente no Brasil é a dos teores totais. Nesse caso, a matéria orgânica do material vegetal seco é destruída, com a transferência dos nutrientes para a solução, sendo estes determinados por análises químicas (Raij & Bataglia, 1991).

De acordo com Souza & Carvalho (1985) e Bataglia & Dechen (1986), a análise de plantas pode ser empregada para simples diagnose de deficiência, toxicidade ou desequilíbrio nutricional; para confirmação de sintomas visíveis de carência de nutrientes; como guia para correção de deficiência na presente cultura ou na subsequente; como meio para manutenção da fertilidade do solo, mediante o conhecimento do que é removido pela colheita; para estabelecimento de recomendações de fertilizantes; como meio de previsão de safras; para identificação de interações e antagonismos e para diferenciação entre desordens nutricionais e danos causados por patógenos e insetos. Ainda, segundo esses autores, a análise de plantas deve ser considerada sempre como uma técnica complementar e não exclusiva, uma vez que não se deve dispensar outros critérios para o diagnóstico, como a análise de solo, a sintomatologia visual de deficiências ou excessos, o uso de plantas indicadoras e a experimentação, como meios de identificação de problemas nutricionais.

Existe controvérsia na amostragem foliar para a cultura do milho. No Brasil segundo Trani et al. (1983), Souza & Carvalho (1985) e Malavolta et al. (1997), os métodos de recomendação de amostragem divergem quanto a época de amostragem (60 dias após a germinação; início do período reprodutivo feminino, fase R3), quanto a folha amostrada (terceira folha a partir do ápice, primeira folha abaixo e oposta a espiga) e parte da folha (folha inteira, folha inteira excluído a bainha; terço médio excluído bainha, terço inferior excluído a bainha).

Dentre os critérios de interpretação mais utilizados para avaliação do estado nutricional das plantas, destacam-se o nível crítico, a faixa de suficiência ou concentração e, mais recentemente o DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). O critério

das faixas de suficiência tem sido tradicionalmente o mais utilizado no Brasil, baseando-se na comparação dos resultados obtidos nas amostragens com os valores padrões determinados pela pesquisa. O nível crítico é definido pela concentração na folha, abaixo da qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade são significativamente afetadas (Bataglia & Dechen, 1986). Ulrich & Hill (1967) definiram o nível crítico como sendo o teor mínimo na planta que proporciona uma produtividade equivalente a 95% da produtividade máxima.

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

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

As principais desvantagens dos métodos dos níveis críticos e de faixas de concentração são: os nutrientes são interpretados individualmente, não se levando em consideração as interações entre eles; a variação da concentração dos nutrientes com a idade do vegetal e o grau de desenvolvimento (Hanway & Weber, 1971); as diferenças varietais (Keogh et al., 1972; Mascarenhas et al., 1980) e; quando mais de dois nutrientes estão limitantes, não é possível avaliar qual deles é mais limitante para a produção (Hanson, 1981).

2.4 O DRIS

A palavra DRIS é o acrônimo de Diagnose and Recommendation Integrated System. Em português pode ser traduzida como sistema integrado de diagnose e recomendação. Este sistema consiste num conjunto de normas de diagnóstico, as quais representam calibrações da composição dos tecidos, a composição do solo, parâmetros

ambientais e práticas de manejo em função do rendimento de um cultivo em particular (Rodríguez & Rodríguez, 2000).

O Sistema DRIS foi desenvolvido por Beaufils no decorrer da década de 1960, originado de trabalhos sobre fisiologia e nutrição vegetal – “Diagnostic Phisologique” técnica com uso do quociente entre nutriente, com dois elementos. Sumner, um colega de Beaufils na África do Sul, introduziu o DRIS nos Estados Unidos na década de 1970. Posteriormente, diversos autores utilizaram esse sistema para gerar normas de diagnóstico de tecidos numa grande variedade de cultivos, desde pastagens, passando por cultivos anuais, até cultivos perenes (Rodríguez & Rodríguez, 2000).

Segundo Sumner (1977a), o DRIS consiste num conjunto integrado de normas desenvolvidas para avaliar o estado nutricional de um cultivo. Estas normas representam as calibrações da composição do tecido da planta com a composição do solo, os parâmetros do meio ambiente e as práticas culturais, como funções da produção obtida por um cultivo em particular. Portanto, para Sumner (1977b), o DRIS integra mais intimamente o balanço nutricional da planta e o solo e incorpora, ainda, outros fatores tais como a idade da planta e o clima no diagnóstico, permitindo, assim, fazer recomendações confiáveis sobre o manejo dos cultivos.

Avaliar o estado nutricional consiste em realizar uma comparação entre uma amostra qualquer e um padrão de comparação, o qual foi denominado como norma. A amostra pode estar constituída por uma só planta ou por um grupo de plantas e as normas são definidas como os conteúdos dos elementos nutrientes na planta ou conjunto de plantas “normais” desde o ponto de vista de seu estado nutricional. As plantas “normais” são aquelas que tendo em seus tecidos todos os elementos em quantidades e proporções adequadas, são capazes proporcionar altas produções, tendo aspecto visual parecido com o encontrado em lavouras altamente produtivas (Malavolta et al., 1997). Para Andrew (1968), Beaufils (1973) e Malavolta et al. (1997) a razão desta definição parte da situação que as plantas sob condições anormais (limitantes), não podem expressar seus ótimos potenciais produtivos. Em outras palavras, altos níveis de produção só podem ser conseguidos quando todos os fatores que determinam a produtividade, entre eles os fatores nutricionais, encontrarem-se em condições normais.

Munson & Nelson (1973) expressa que uma premissa conceitual do método DRIS se refere que, ainda quando as concentrações de um ou de todos os elementos da planta estejam em seu ótimo, o nível de seu rendimento pode ser alto, baixo ou médio,

dependendo de um ou mais dos outros fatores limitantes do rendimento. Esses outros fatores são muito variados, como por exemplo, o nível entre os nutrientes, práticas culturais, doenças, pragas, umidade do solo, densidade de plantio, temperatura e características edáficas.

Devido à natureza dinâmica da composição foliar, o processo de diagnóstico deve tratar-se como um exercício complexo e não se limitar à simples comparação individual dos resultados analíticos de cada nutriente, contra valores críticos ou contra as faixas de suficiência correspondentes (Sumner, 1979). Com base nesta premissa, vários trabalhos compararam a precisão do diagnóstico entre o sistema DRIS e o de valores críticos, ou das faixas de suficiência, apresentando como resultados que as análises mediante o sistema DRIS são mais seguros e precisos que os do diagnóstico por outros sistemas (Jones 1981; Arboleda et al., 1988; Munson & Nelson, 1973; Bowen, 1992; Dara et al., 1992; Roberts & Rhee, 1993; Beverly, 1993; Baldock & Schulte, 1996;).

O DRIS é um método de diagnóstico do estado nutricional de plantas, pelo qual os nutrientes não são considerados pelos seus teores individuais (análises univariadas), mas, sim, pelas relações binárias (análises bivariadas). O uso de relações entre vários nutrientes dá maior segurança às interpretações individuais dos nutrientes. A aplicação do método DRIS envolve três fases: a) obtenção das normas, b) cálculo e interpretação dos índices DRIS; e c) validação dos resultados (Malavolta et al., 1997).

Para a utilização do sistema é necessária a coleta de uma quantidade substancial de dados básicos (análise foliar, análise de solo e produtividade) a fim de que sejam estabelecidas normas ou padrões. As normas são valores médios de teores de nutrientes e das relações desses nutrientes, com as respectivas variâncias, para um grande número de casos, representando culturas em boas condições nutricionais (Beaufils, 1971, 1973; Walworth & Sumner, 1987; Raij, 1991; Malavolta et al., 1997). Alguns resultados de pesquisa atestam que a melhor utilização do método pode ser conseguida pelo aumento considerável do número de amostras (Beaufils, 1973; Sumner, 1979; Letzsch & Sumner, 1984; Walworth & Sumner, 1987; Hallmark et al., 1990a, 1990b). Entretanto, Hallmark et al. (1984a, 1987b) e Walworth et al. (1988) obtiveram bons diagnósticos de problemas nutricionais utilizando bases de dados mais restritas.

Outro artifício empregado é a particularização da população de referência quanto as condições edafo-climáticas, material genético, época de amostragem, parte da planta amostrada. Ao particularizar a base de dados restringe-se a aplicação do DRIS.

Contudo, pode constituir um refinamento importante para, dentro das mesmas condições de restrição, melhorar a precisão do diagnóstico (Beaufils, 1973).

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

O índice DRIS para um determinado nutriente é definido como a média das funções de todas as relações contendo esse nutriente. Os componentes dessa média são ponderados pelas recíprocas dos coeficientes de variação das respectivas relações da população de referência (Walworth & Sumner, 1987).

Para calcular as funções das razões dos nutrientes existem alguns métodos. Dentre eles, o método de Beaufils (1973); o método de Jones (1981); o método de Jones Invertido (Jones, 1981); o método de Elwali & Gascho (1984) e o método de Alvarez & Leite (1992).

O método proposto por Beaufils (1973) estabelece as funções a partir das relações entre os pares dos nutrientes e impõe restrições quando a relação na amostra é maior ou menor que a relação média da população de referência. As diversas funções são ponderadas através da recíproca dos coeficientes de variação das respectivas relações da população de referência. O valor de cada função é zero quando a relação na amostra é o mesmo da população, independente da sua variabilidade.

O método de Jones (1981) é uma simplificação do método original de Beaufils (1973). Este método considera se a relação na amostra é maior ou menor que a da população de referência e pondera a variabilidade das relações através da recíproca do desvio padrão, utilizando as relações diretas dos nutrientes (nutriente no numerador da relação) no cálculo dos índices DRIS. Jones Invertido (Jones, 1981) baseia-se em selecionar as relações inversas (nutriente no denominador da relação) no cálculo do índice DRIS.

A modificação proposta por Elwali & Gascho (1984), de maneira geral, reduz

o valor absoluto do índice DRIS, por não incluir nos cálculos pequenos desvios da razão dos teores de nutriente na amostra em relação a razão da média das concentrações dos nutrientes na população de referência. Considera o nutriente balanceado se a razão de concentrações numa amostra qualquer estiver dentro da faixa oriunda da norma mais ou menos o desvio padrão.

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

Beverly (1987), Hallmark et al. (1987a, 1987b) e Walworth & Sumner (1987) propõem uma modificação na interpretação do método do DRIS (DRIS-M). Para eles, além dos índices das relações de nutriente, devem ser utilizados os índices das concentrações de nutrientes (Índice MS). Tal artifício visa solucionar o problema da diagnose de deficiências em plantas de alta produtividade, para as quais não há limitação nutricional, levando a falsos diagnósticos de deficiência.

Hallmark et al. (1990b) e Bell et al. (1995), ao utilizarem o método DRIS-M, obtiveram um diagnóstico mais preciso para P, K e Zn, do que quando aplicaram o método dos níveis críticos. Entre os trabalhos que tratam do DRIS-M, destacam-se aqueles publicados por Beverly (1987), Hallmark et al. (1987a, 1987b), Walworth & Sumner (1987), Hallmark et al. (1990a) e Bell et al. (1995). Wadt et al. (1998) introduziram o conceito do Potencial de Resposta a Adubação (PRA) como critério alternativo de interpretação dos índices DRIS com a utilização do Índice de balanço nutricional médio (IBN médio). Os autores dividiram a interpretação em cinco classes conforme o Potencial de Resposta à Adubação.

Para a cultura do milho o sistema DRIS foi proposto, primeiramente, por Beaufils (1973). Escano et al. (1981) mostraram a validade de desenvolver normas locais para o cálculo do índice DRIS para a cultura do milho no Havaí.

2.5 DRIS NO SOLO

Alguns autores têm obtido resultados satisfatórios com o emprego do DRIS no solo Medal-Johnsen et al.(1975), Evanylo et al. (1987) e Oliveira & Souza (1993).

Apesar de o método DRIS ter sido proposto também para o solo (Beaufils & Sumner, 1976), sua utilização tem sido menos entusiástica que na análise foliar. Isto, indubitavelmente, é devido ao grande número de trabalhos que mostram a baixa correlação entre os rendimentos dos grãos e as taxas de cátions no complexo de troca (McLean & Carbonell, 1972; Eckert & McLean, 1981; McLean et al., 1983).

Um dos problemas do emprego do DRIS no solo é que algumas variáveis têm valores relativos. Nas plantas, os nutrientes são analisados quanto aos teores totais e representam as concentrações e proporções de nutrientes que desempenham determinadas funções metabólicas. Os resultados de análise de solo, ao contrário, são índices que fornecem referências da resposta da planta à adubação. Para o P, as dificuldades são ainda maiores. O P extraído pelo Mehlich I constitui-se em um índice, e não a quantidade total de nutriente que é passível de absorção pelas raízes. O índice pH correlaciona-se positivamente com as variáveis Ca, Mg, K, MO, soma de bases e V%, e negativamente com H⁺Al, Al, Fe, Cu, Mn e Zn.. Não se justifica, assim, calcular as relações dessas variáveis. Apesar desses fatores, o uso do DRIS no solo assume importância no manejo da adubação, pois é mais fácil alterar concentrações de nutrientes no solo, mediante a calagem ou adubação, que alterar as concentrações foliares (Leandro, 1998).

2.6 O DRIS NA CULTURA DO MILHO

A partir da idéia original de Beaufils, em 1950, com o sistema chamado de diagnose fisiológica, trabalhos têm sido desenvolvidos com várias culturas. Para a cultura do milho, o sistema DRIS foi proposto, primeiramente, por Beaufils (1973).

Escano et al. (1981) avaliaram diversas modificações do DRIS calibradas localmente para a cultura do milho e compararam a eficiência de seus diagnósticos com as dos níveis críticos desenvolvidos localmente. Nos dois métodos, níveis críticos e DRIS, a eficiência era maior quando os valores críticos ou as razões entre os nutrientes eram provenientes de dados locais do que os dos valores publicados e que o DRIS foi mais eficiente para diagnosticar deficiência de N que o diagnóstico do nível crítico.

Walworth & Sumner (1987) relatam que quando normas DRIS desenvolvidas em várias áreas são comparadas, diferenças regionais, às vezes, tornam-se aparentes. Comparando normas desenvolvidas de folhas de plantas de milho de várias partes do mundo, revelam diferenças, particularmente onde nutrições de Ca e Mg estão envolvidas.

Dara et al. (1992), trabalhando com milho irrigado, avaliaram N pelo DRIS e pelo nível de suficiência. Os índices dos nutrientes foram calculados usando os padrões publicados e as normas DRIS desenvolvidas localmente (Dakota do Sul, EUA). Concluíram que o procedimento do nível de suficiência superestimou os requerimentos de N na folha, e que o índice DRIS calculado usando as normas publicadas foi menos eficiente que as desenvolvidas localmente.

No Brasil trabalhando com milho, Reis Jr. (2002) avaliou o intervalo de confiança de quatro normas DRIS em milho e o uso universal dessas normas. Concluiu que na ausência de normas calibradas localmente, normas desenvolvidas em um ambiente somente devem ser aplicadas em outro se as concentrações de nutrientes das plantas de alta produtividade destes diferentes locais forem similares.

Cunha (2005), trabalhando com milho em áreas comerciais de produção de semente de milho híbrido sob pivô central, desenvolveu normas para a região de Goianésia, Goiás. Observou que o procedimento de Elwali & Gascho (1984) foi o que mais aproximou da ordem de limitação pelos níveis críticos em relação aos demais procedimentos para análise foliar. Para a análise de solo, o que mais se aproximou foi o procedimento proposto por Alvarez & Leite (1992). Cunha (2005) observou que pelo método DRIS, o P e o Mn foram os elementos mais limitantes para a produção de milho, na região de Goianésia, Goiás, nos anos agrícolas 1994/1995 e 1995/1996.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS LAVOURAS

O trabalho foi realizado no município de Hidrolândia, Estado de Goiás, localizada a 16° 57' 44'' de latitude sul e 49° 13' 41'' de longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude média de 814 metros, em área de cultivo comercial de milho destinado a produção de grãos. Os solos predominantes nesta região são Latossolos Vermelhos distroféricos. Foram amostradas 133 glebas. Em cada gleba foram coletadas amostras de solo e de folhas tendo sido estimada a produtividade da cultura.

O sistema de cultivo foi o convencional, realizando uma aração e duas gradagens. O controle de plantas invasoras, além do mecânico (com o preparo do solo) foi realizado só em pós emergência com Nicosulfuron (Sanson) na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Atrazina na dose de 2,5 L ha⁻¹.

Na semeadura foram utilizados os híbridos 30K75 e 30F80, ambos produzidos pela empresa Pionner. O milho foi semeado no espaçamento de 0,45 m empregando-se 3,5 sementes por metro. A adubação de semeadura foi de 40 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. Em aproximadamente 75% das glebas estudadas foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ de K₂O em adubação de cobertura, quando as plantas apresentavam de 5 a 6 folhas, e 0,3 kg ha⁻¹ de N, 0,06 kg ha⁻¹ de S, 0,15 kg ha⁻¹ de Zn, 0,015 kg ha⁻¹ de B, 0,12 kg ha⁻¹ de Mn via foliar.

3.2 AMOSTRAGEM DE FOLHAS E DE SOLO

As glebas com a cultura do milho mediam 20 m de comprimento por 50 m de largura, totalizando 1.000 m². As amostras de solo foram retiradas na profundidade de 0-20 cm, na entre linha de plantio, sendo que cada amostra composta para análise foi formada por dez amostras simples. As amostras compostas foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório.

Foram coletadas amostras de folhas das plantas no início do embonecamento do milho, segundo recomendações de Malavolta et al. (1997). Coletou-se a primeira folha oposta e abaixo da espiga, totalizando trinta folhas por gleba. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e preparadas para os procedimentos de rotina no laboratório.

3.3 ANÁLISES QUÍMICAS

Os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Análises de Solos e Foliar da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG). O solo amostrado foi analisado segundo metodologia descrita por Embrapa (1997), para matéria orgânica, pH, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², B, Al⁺³ e H + Al. Para extração do P, K, Cu, Fe, Mn e Zn no solo foi empregado o extrator Mehlich 1. O B foi extraído pelo emprego de água quente. Ca, Mg e Al foram extraídos com KCl 1M. Os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, B e Zn foram determinados segundo metodologia descrita por Bataglia et al. (1978).

3.4 PRODUTIVIDADE

Após a maturação fisiológica do milho, foram coletadas as espigas produzidas em cinco metros de linha de plantas em três pontos alocados aleatoriamente em cada gleba. As amostras de cada gleba foram trilhadas, pesadas e determinada a umidade dos grãos, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade. Compôs-se a média nos três pontos colhidos para se determinar a produtividade.

Foram consideradas baixa a produtividade <5000 kg ha⁻¹ e alta a produtividade >5.000 kg ha⁻¹. Usando como referência a produtividade média do Estado de Goiás que foi de 5.100 kg, conforme Conab (2005).

3.5 CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES FOLIAR E DE SOLO

Na Tabela 1 são apresentados os critérios para a interpretação dos teores dos nutrientes, na análise foliar. Foi utilizado o método das faixas de suficiência, com as classes de interpretação propostas por Malavolta et al. (1997).

Tabela 1. Faixas de suficiência para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de plantas de milho (*Zea mays* L.).

Nutrientes	Classes de Interpretação ¹		
	Baixo	Adequado	Excessivo
N (dag kg ⁻¹)	<2,75	2,75 - 3,25	>3,25
P (dag kg ⁻¹)	<0,25	0,25 - 0,35	>0,35
K (dag kg ⁻¹)	<1,75	1,75 - 2,25	>2,25
Ca (dag kg ⁻¹)	<0,25	0,25 - 0,40	>0,40
Mg (dag kg ⁻¹)	<0,25	0,25 - 0,40	>0,40
S (dag kg ⁻¹)	<0,15	0,15 - 0,20	>0,20
Cu (mg kg ⁻¹)	<6,00	6,00 - 20,00	>20,00
Fe (mg kg ⁻¹)	<50,00	50,00 - 250,00	>250,00
Mn (mg kg ⁻¹)	<50,00	50,00 - 150,00	>150,00
Zn (mg kg ⁻¹)	<15,00	15,00 - 50,00	>50,00
B (mg kg ⁻¹)	<15,00	15,00 - 20,00	>20,00

¹ Propostas por Malavolta et al. (1997).

Tabela 2. Níveis de fertilidade para interpretação de matéria orgânica (MO), P /Mehlich, K, Ca, Mg, pH, CTC, V e micronutrientes em análises de terra para os Cerrados.

Variável	Classes de Interpretação		
	Baixo	Adequado	Excessivo
MO total (dag dm ⁻³)	<3,0	3,1 - 4,5	>4,5
CTC a pH 7,0	<9,0	9,0 - 13,0	>13,0
V%	<35,0	35,0 - 60,0	>60,0
pH (CaCl ₂)	<4,9	4,9 - 5,5	>5,5
Ca (cmolc dm ⁻³)	<1,5	1,5 - 7,0	>7,0
Mg (cmolc dm ⁻³)	<0,5	0,5 - 2,0	> 2,0
P Mehlich 1 (mg dm ⁻³)	<8,0	8,0 - 12,0	>12,0
K (mg dm ⁻³)	<50,0	50,0 - 80,0	>80,0
S (mg dm ⁻³)	<4,0	4,0 - 10,0	>10,0
Fe (mg dm ⁻³) ¹	<30,0	30,0 - 45,0	>45,0
Cu (mg dm ⁻³)	<0,4	0,5 - 0,8	>0,8
Mn (mg dm ⁻³)	<1,9	2,0 - 5,0	>5,0
Zn (mg dm ⁻³)	<1,0	1,0 - 1,6	>1,6
B (mg dm ⁻³)	<0,3	0,3 - 0,5	>0,5

Fonte: Souza & Lobato (2004) e ¹Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999)

3.6 CÁLCULOS DOS ÍNDICES DRIS

As análises foliar e de solo, foram divididas em dois subgrupos, de acordo com o critério de produção. Um subgrupo ficou com produtividades acima de 5.000 kg.ha⁻¹ e outro com produtividades abaixo de 5.000 kg ha⁻¹. Usando como referência a produtividade média do Estado de Goiás que foi de 5.100 kg, conforme Conab (2005).

Calculou-se, para cada grupo o coeficiente de variação, a variância de todas as possíveis relações, os valores máximos, mínimos e a média. Também foram calculadas as razões de variância dos subgrupos com produtividades acima e abaixo de 5.000 kg ha⁻¹.

Para o cálculo dos índices DRIS primários, utilizaram-se nas análises foliares de todas as relações N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, B, Mn e Cu. Na análise de solo, e as relações utilizadas foram matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, S, CTC, Cu, Fe, Mn, B e Zn.

Os índices foram calculados de acordo como os procedimentos propostos por Beaufils (1971, 1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992).

No procedimento de Beaufils (1973), o índice DRIS de um nutriente A é calculado pela fórmula 1:

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

em que: Z(A/B) até Z(N/A) são as relações normais reduzidas diretas ou inversas dos teores de todos os nutrientes em relação ao nutriente A; e n, o número de nutrientes envolvidos.

No cálculo do índice, valores positivos nas relações normais reduzidas que possuíam o nutriente no numerador; negativos, se estiver no denominador, e zero, na ausência deste.

As relações de nutrientes empregadas no cálculo do índice, foram as que apresentaram maior relação de variância entre os dois subgrupos (variância do subgrupo de baixa produtividade, sob variância do subgrupo de maior produtividade), independente de serem significativos ou não. As funções reduzidas foram calculadas pelas fórmulas 2 e 3:

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

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

em que: A/B é o quociente dos teores dos nutrientes A e B da amostra em análise e interpretação; a/b e $CV_{a/b}$ são, respectivamente, a média e o coeficiente de variação da razão dos nutrientes A e B da população de referência, que satisfaz definido o nível mínimo de produtividade; e Kt é o coeficiente de sensibilidade, o empregado foi igual a 100 (Beaufils, 1973; Sumner, 1977a; Walworth & Sumner, 1987; Alvarez & Leite, 1992).

Para o procedimento de Elwali & Gascho (1984), os índices foram calculados pela fórmula 1, e as funções reduzidas, pelas fórmulas 4, 5 e 6. O critério de seleção das relações a serem empregadas no cálculo dos índices DRIS foi a mesma do procedimento de Beaufils (1971).

$$Z(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \frac{Kt}{CV_{a/b}} \quad \text{Se } A/B > a/b + s_{a/b} \quad (4)$$

$$Z(A/B) = \left(1 - \frac{A/B}{a/b} \right) \frac{Kt}{CV_{a/b}} \quad \text{SE } A/B < a/b - s_{a/b} \quad (5)$$

$$Z(A/B) = 0 \quad \text{Se } a/b - s_{a/b} < A/B < a/b + s_{a/b} \quad (6)$$

Pelo procedimento de Jones (1981) os índices DRIS foram calculados utilizando-se somente as razões de nutrientes diretas (com o nutriente no numerador) conforme a fórmula 7:

$$\text{Índice } A = \frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N)}{n-1} \quad (7)$$

em que: $Z(A/B)$ até $Z(A/N)$ são as relações normais reduzidas dos teores de todos os nutrientes em relação ao nutriente A, sempre no numerador; e n , o número de nutrientes envolvidos.

As relações normais reduzidas são calculadas pela fórmula 8:

$$Z(A/B) = \left(\frac{a/b - A/B}{a/b} \right) \frac{10}{C} \quad \text{Se } a/b > A/B \text{ e } A/B > a/b \quad (8)$$

em que: $S_{a/b}$ é o desvio padrão do quociente dos nutrientes A e B da sub-população de alta produtividade.

No procedimento Jones Invertido (Jones, 1981) os índices DRIS foram calculados pela soma das relações inversas (com o nutriente no denominador) conforme a

fórmula 9. As funções reduzidas foram calculadas pela fórmula 10:

$$IndiceA = \frac{Z(B/A) - Z(C/A) + \dots - Z(N/A)}{n-1} \quad (9)$$

$$Z(B/A) = (B/A - b/a) \frac{10}{a} \quad \text{Se } b/a > B/A \text{ e } B/A > b/a \quad (10)$$

Pelo procedimento de Alvarez & Leite (1992) os índices DRIS foram calculados pela média das relações diretas e inversas conforme fórmula 11. As funções reduzidas são calculadas pelo procedimento de Beaufils (1971, 1973), conforme fórmulas 2 e 3:

$$\acute{IndiceA} = \frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{n-1} \quad (11)$$

3.7 CÁLCULO DO ÍNDICE DE BALANÇO NUTRICIONAL (IBN)

O índice de balanço nutricional foi calculado pela soma, em módulo, dos índices DRIS. Quanto menor o IBN, mais próxima a amostra estará do equilíbrio nutricional (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987).

O valor de balanço nutricional médio (IBNm) foi calculado pela divisão do IBN pelo número de variáveis empregadas no cálculo.

3.8 DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL

Foram comparadas as distribuições de freqüências das desordens nutricionais envolvendo os seguintes critérios:

3.8.1 Interpretação dos índices DRIS

Os índices DRIS foram interpretados pelos procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992) usando os métodos: do fator limitante de Primeira e Segunda ordens, do PRA (potencial de resposta a adubação) proposto por Wadt et al. (1998), e do DRIS-M.

Em vez de considerar as cinco classes de interpretação propostas por Wadt et al. (1998), foram agrupadas as duas primeiras como classe baixa, as duas últimas como a classe alta e a intermediária como classe adequada, ou seja, na interpretação do PRA considera deficiente quando os índices DRIS forem mais negativos que o IBN médio vezes -1, alto quando forem mais positivos que o IBN médio vezes +1; adequados quando estiverem no intervalo do IBN médio vezes +1 até o IBN médio vezes -1.

Pela interpretação proposta por Beverly (1987), Hallmark et al. (1987a, 1987b) e Walworth & Sumner (1987), denominada DRIS-M, os nutrientes são considerados deficientes se tiverem os valores dos índices menores que o índice MS calculado pela fórmula 12:

$$\text{ÍndiceMS} = \frac{Z(A) + Z(B) + \dots Z(N)}{n - 1} \quad (12)$$

em que: as relações normais reduzidas dos teores dos nutrientes ($Z(A)$) são calculadas com a fórmula de distribuição de Z modificada (fórmulas 13 e 14).

$$Z(A) = \left(\frac{A/MS}{a/ms} - 1 \right) \frac{Kt}{CVa} \quad \text{Se } A/MS > a/ms \quad (13)$$

$$Z(A) = \left(1 - \frac{a/ms}{A/MS} \right) \frac{Kt}{CVa} \quad \text{Se } a/ms > A/MS \quad (14)$$

em que: A/MS é a concentração do nutriente na amostra a ser interpretada; e a/ms é a concentração do nutriente A no subgrupo de alta produtividade.

3.8.2 Faixas de suficiência regional obtida pelo DRIS (FS-DRIS)

A partir das equações de regressão (X como índice DRIS e Y como concentração do nutriente) foram obtidas as faixas de suficiência regionalizadas pelo DRIS, aplicando-se, na equação, o índice do nutriente igual a zero (intercepto da equação polinomial). Para a faixa de interpretação baixa foram considerados os valores abaixo do valor do intercepto. Para a faixa considerada adequada foram considerados os valores do intercepto acrescido do desvio padrão da população de alta produtividade. Para a faixa alta

foram considerados os valores acima do valor do intercepto acrescidos dos desvios-padrão da população de alta produtividade.

3.8.3 Faixa de suficiência

Considera-se nesta faixa de suficiência, as propostas por Malavolta et al. (1997), Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (1999) e Souza & Lobato (2004), conforme critério de interpretação propostos nas Tabelas 1 e 2.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram aplicados os testes de estatística univariada, teste de W (para avaliar se a população apresenta distribuição normal), análise de correlação e regressão entre variáveis. Para as análises estatísticas utilizou o programa estatístico Statistical Analysis System - SAS (Freund & Littell, 1981).

Foram efetuadas análises de regressão polinomial de segundo grau entre as variáveis e entre os índices DRIS da variável. Para o índice zero foram obtidos os níveis críticos da região. As faixas de suficiência regional foram obtidas adicionando-se o desvio padrão da população de alta produtividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FICHAS CADASTRAIS

Os dados da ficha cadastral (Apêndice A) foram tabulados e verificou-se que a dose de N utilizada na semeadura, como descrito em material e métodos, ultrapassou a recomendada pela Comissão de fertilizantes de Solo de Goiás (1988), por Raij & Cantarella (1996) e Büll (1993), porém, a dose utilizada em cobertura está de acordo com as referências citadas, o que diverge é a época e a forma de aplicação do adubo.

Segundo Büll (1993), os melhores resultados de adubação mineral no milho são obtidos com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura e de 90 kg ha⁻¹ a 120 kg ha⁻¹ entre 30 e 45 dias após a emergência das plântulas, totalizando entre 120 kg ha⁻¹ e 150 kg de N ha⁻¹. De acordo com Oliveira (1995), a aplicação de N em cobertura deve ser localizada em faixas, nas entre linhas da cultura, e não a lanço, a fim de evitar o contato do fertilizante com as folhas da planta, o que pode provocar desidratação e morte das células da epiderme e, conseqüentemente aparecimento de lesões.

Em função do uso do espaçamento reduzido a aplicação do adubo em cobertura, com fontes de N e K, uréia e KCl, respectivamente, foi realizado a lanço e sem incorporação, para não danificar plantas. Este procedimento implicou em queima das folhas em algumas áreas.

A eficiência da adubação nitrogenada em cobertura pode ter sido prejudicada devido à volatilização e lixiviação. Além disso, a aplicação pode ser considerada tardia e a forma de aplicação do adubo pouco eficiente (Bull, 1993).

Os 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados na semeadura estão de acordo com a indicação da Comissão de Fertilizantes de Solo de Goiás (1988), para solos na classe de interpretação muito baixa, enquanto as doses de K₂O estão acima da recomendada para a classe baixa (60 kg ha⁻¹ de K₂O). A dose de K₂O utilizada na semeadura da cultura do milho foi de 90 kg ha⁻¹ e de 30 kg ha⁻¹ em cobertura, o que pode provocar distúrbios nutricionais devido às interações de K, Ca e Mg.

De acordo com Malavolta (1976), o antagonismo entre o K e o Ca é resultado de uma competição iônica na solução do solo. Para Soares et al. (1983), no entanto, o Ca, em baixa concentração, pode provocar um efeito estimulante na absorção de K. Porém, ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui, até ocorrer antagonismo entre esses cátions, causando redução na absorção de K pelas plantas. Da mesma forma, altas concentrações de K reduzem a absorção de Ca.

4.2 INTERPRETAÇÃO PELAS FAIXAS DE SUFICIÊNCIA

Os Testes de Shapiro-Wilk (W), com exceção da produtividade (Tabela 3), foram significativos para todas as variáveis, indicando que existem desvios da distribuição normal. Observa-se na Figura 1 que para a produtividade, a distribuição de dados segue a distribuição normal e para o enxofre, na Figura 3, que os dados se aproximam da normalidade.

O banco de dados para a utilização do DRIS exige a pressuposição da distribuição normal dos dados, o que leva à necessidade de exclusão de dados que provocam desvios (*outlier*) ou a transformação dos dados. Contudo, tais artifícios não melhoraram a distribuição e optou-se por manter todas as observações e não transformá-las.

Observou-se alta variabilidade nos dados de produtividade e nos dados de teores de nutrientes nas folhas (Figuras 1, 2, 3, 4 e Tabela 3).

Segundo as classes de interpretação propostas por Malavolta et al. (1997) apresentados na Tabela 1, os valores médios dos nutrientes K ($1,88 \text{ dag kg}^{-1}$), Cu ($11,87 \text{ mg kg}^{-1}$), Mn ($81,23 \text{ mg kg}^{-1}$) e Zn ($19,29 \text{ mg kg}^{-1}$) enquadram-se na classe adequada; Mg ($0,23 \text{ dag kg}^{-1}$) enquadra-se na classe baixa; N ($3,92 \text{ dag kg}^{-1}$), P ($0,40 \text{ dag kg}^{-1}$), Ca ($0,43 \text{ dag kg}^{-1}$), S ($0,21 \text{ dag kg}^{-1}$), Fe ($330,43 \text{ mg kg}^{-1}$), B ($45,6 \text{ mg kg}^{-1}$), enquadram-se na classe alta (Tabela 3). A produtividade média obtida foi de 7.078 kg ha^{-1} , superior à produtividade média alcançada no Estado de Goiás para milho safra de verão que conforme Conab (2005), é de 5.100 kg ha^{-1} . A maior produtividade foi $12.129 \text{ kg ha}^{-1}$.

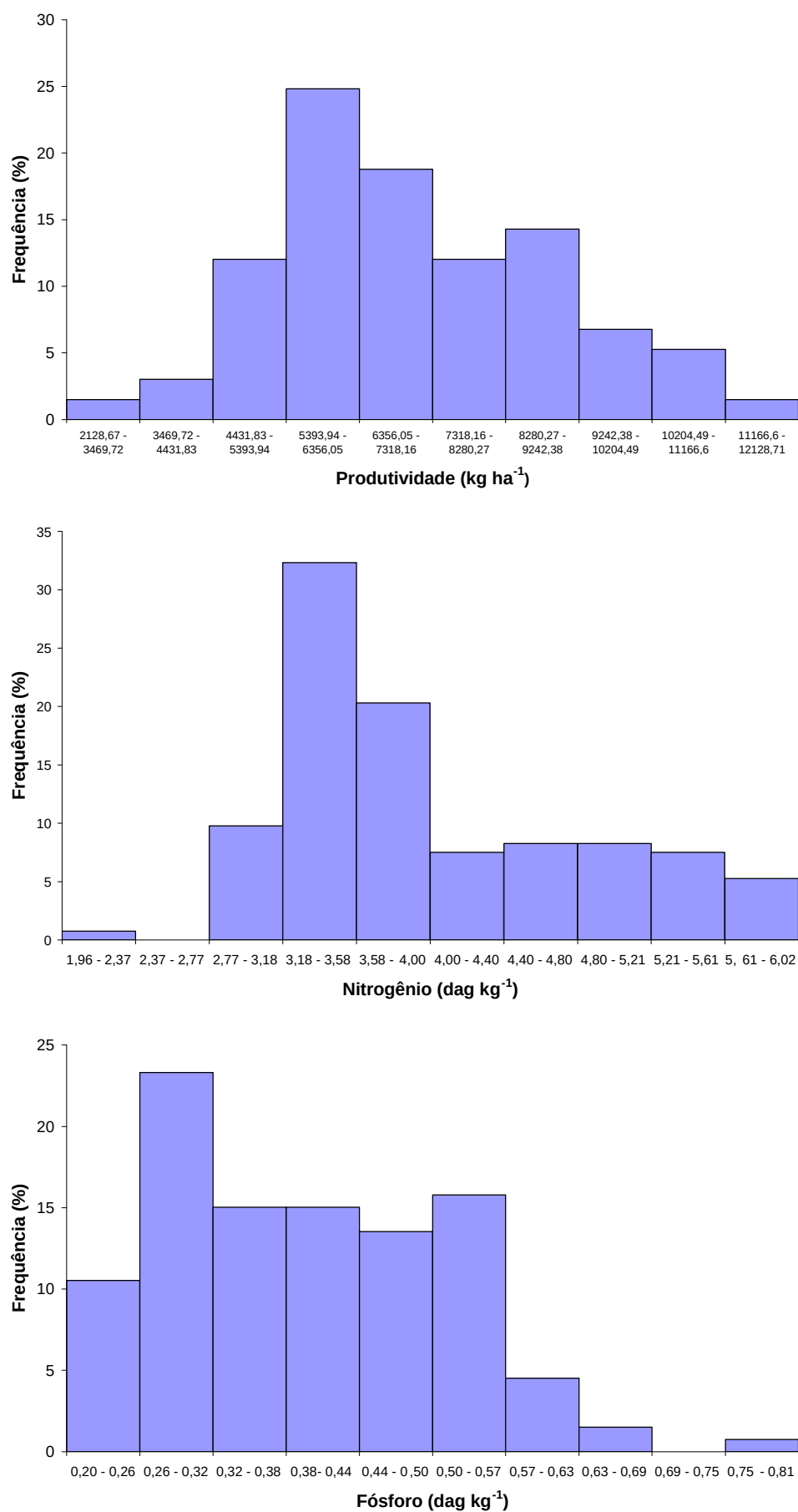


Figura 1. Distribuição de frequência da produtividade e da concentração de N e P nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

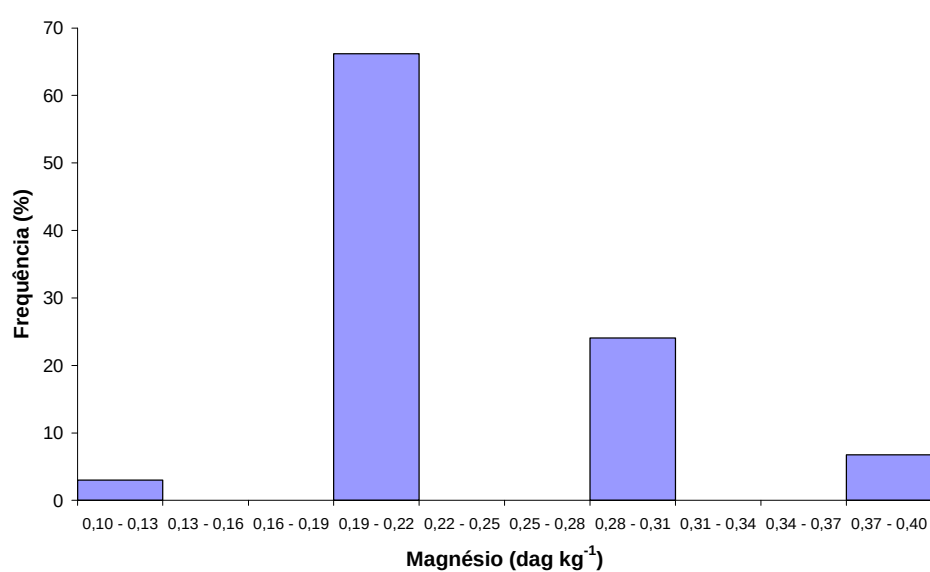
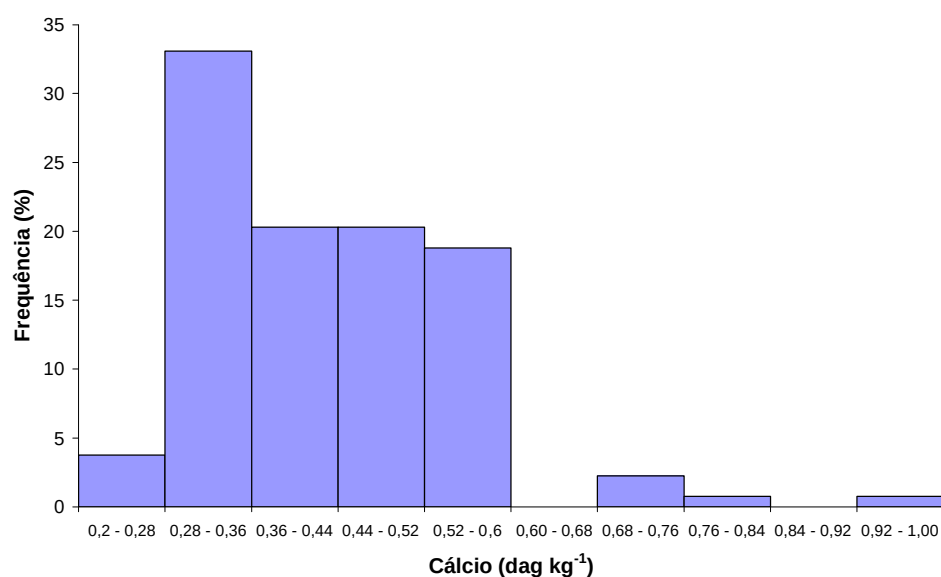
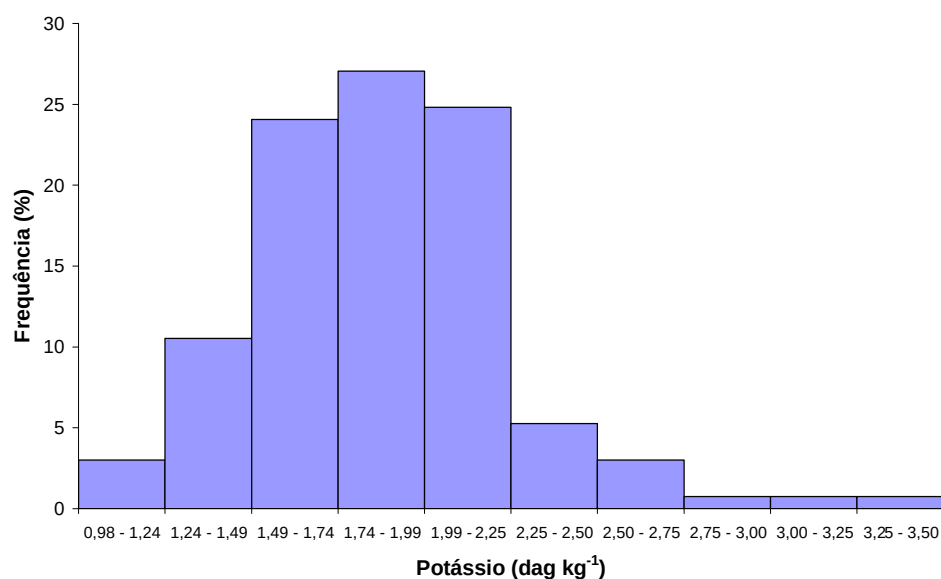


Figura 2. Distribuição de frequência da concentração de K, Ca e Mg nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

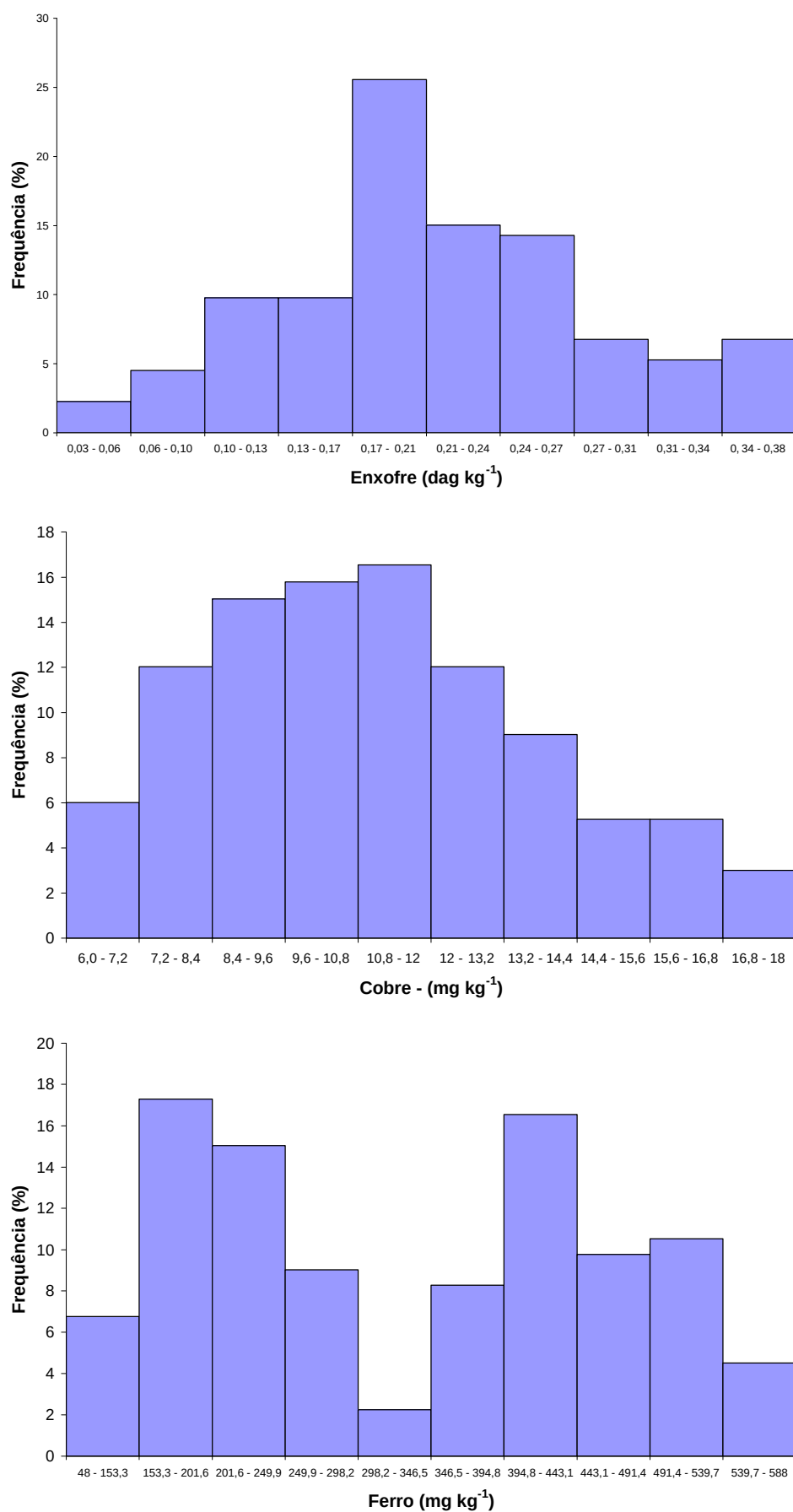


Figura 3. Distribuição de freqüência da concentração de S, Cu e Fe nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

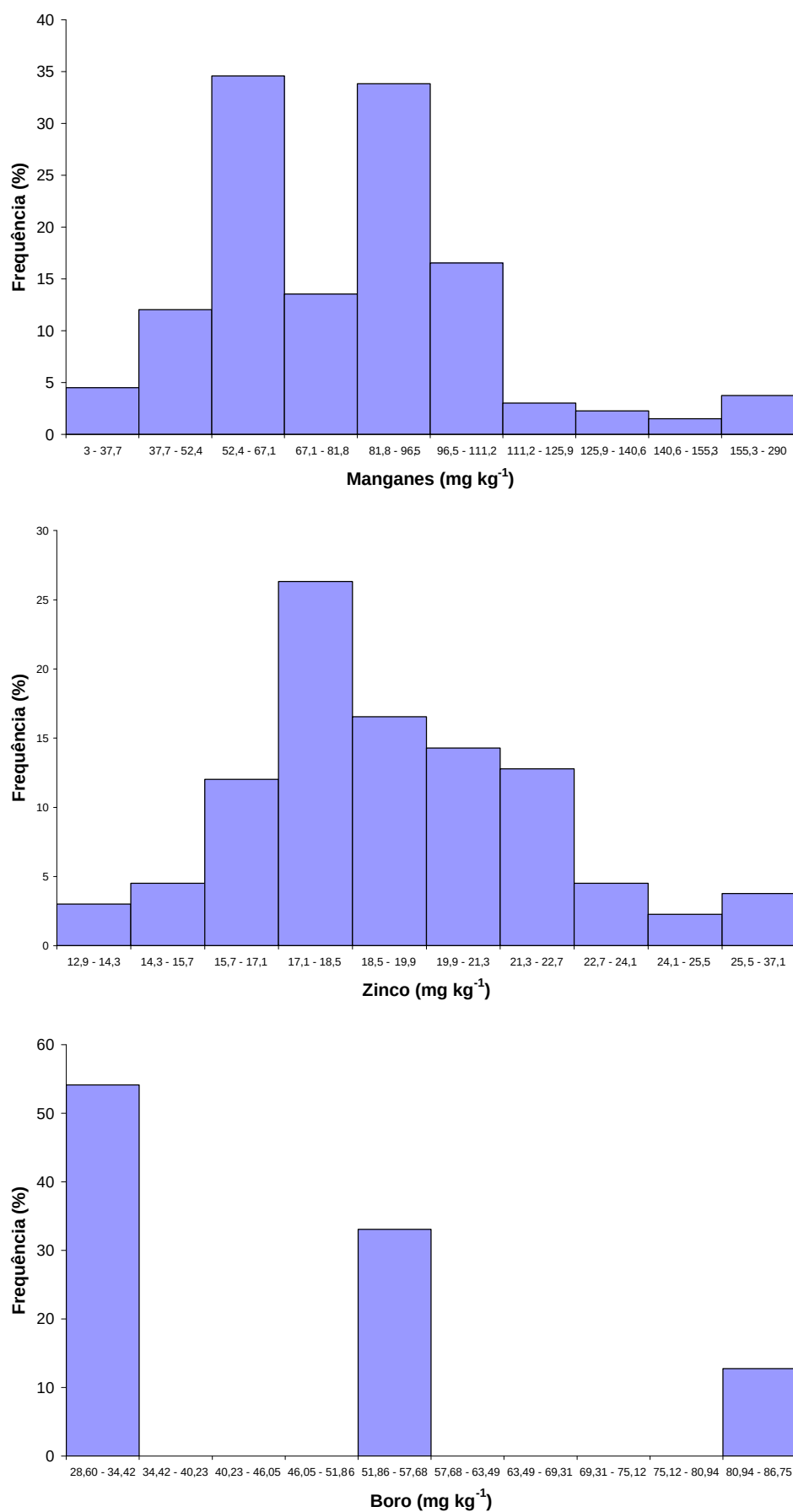


Figura 4. Distribuição de frequência da concentração de Mn, Zn e B nas folhas de milho na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

Tabela 3. Valores mínimos, máximos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para produtividade e para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise foliar da cultura do milho, em diversas glebas, no município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)	Teste W ¹
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2.508,00	12.129,00	7.078,00	26,26	0,97 ^{ns}
N (dag kg ⁻¹)	1,96	6,02	3,92	21,36	0,89**
P (dag kg ⁻¹)	0,20	0,81	0,40	29,35	0,95**
K (dag kg ⁻¹)	0,98	3,50	1,88	20,30	0,95**
Ca (dag kg ⁻¹)	0,20	1,00	0,43	32,25	0,90**
Mg (dag kg ⁻¹)	0,10	0,40	0,23	27,84	0,71**
S (dag kg ⁻¹)	0,03	0,38	0,21	36,75	0,97*..
Cu (mg kg ⁻¹)	6,00	111,00	11,87	76,83	0,32**
Fe (mg kg ⁻¹)	48,00	588,00	330,43	41,39	0,92**
Mn (mg kg ⁻¹)	3,00	290,00	81,23	45,15	0,87**
Zn (mg kg ⁻¹)	12,90	37,10	19,29	16,61	0,93**
B (mg kg ⁻¹)	28,60	86,75	45,60	45,10	0,72**

¹. Teste de Shapiro-Wilk (W). Nível de significância do teste W: (*) valor significativo a 5%; ** valor significativo a 1%; (^{ns}) valor não significativo.

Pelos critérios considerados nesta pesquisa, foram observados 19,5% de glebas com produtividades inferiores a 5.000 kg ha⁻¹, 48,9% de glebas com produtividades entre 5.000 kg ha⁻¹ e 8.000 kg ha⁻¹ e 31,6% de glebas acima de 8000 kg ha⁻¹ (Tabela 3). O uso do espaçamento de 0,45 m entre linhas apresentou rendimentos acima da produtividade média obtida nas lavouras de milho cultivadas no Estado de Goiás, que são, em sua grande maioria, conduzidas com adubações semelhantes, porém com uso de espaçamentos entre as linhas que variam de 0,80 m a 0,90 m.

Os coeficientes de variação superiores a 30% para a análise foliar, apresentados na Tabela 3, foram obtidos para os teores de Cu (76,83%), Mn (45,15%), Fe (41,39 %), S (36,75%) e Ca (32,25%). Cunha (2005), estudando a cultura do milho na região de Goianésia, GO, obteve os maiores coeficientes para Mn (76,37%), Zn (57,71%), Fe (47,42%), Cu (37,73%) Ca (34,03%) e Mg (32,76%).

A distribuição de frequência para as variáveis da análise foliar (Tabela 4) indica que a ordem de limitação de deficiência dos nutrientes de acordo com as faixas de suficiência obtidas pela análise foliar, foi B (87,2%), Mg (69,2%), K (37,6%), S (22,6%),

Mn (12,0%), Zn (5,3%), Ca (3,8%), P (3,0%), N (0,8%) e Fe (0,8%). Quanto ao excesso, a ordem foi N (86,5%), Fe (60,9%), P (57,9%), S (48,1%), Ca (42,9%), K (10,5%), Mn (3,8%) e Cu (0,8%). Os nutrientes com índices de teores adequados foram: Cu (99,2%), Zn (94,7%), Mn (84,2%), Ca (53,4%), K (51,9%), P (39,1%), Fe (38,3%), Mg (30,8%), S (29,3%), B (12,8%) e N (12,7%).

Segundo critério de Malavolta et al. (1997), os nutrientes Mg e K ocorreram, em um maior número de glebas na classe deficiente.

O S, Mn e Zn, aplicados via foliar, não resolveram de forma definitiva as deficiências nas glebas analisadas, pois a frequência nas glebas deficientes foram: 22,6%, 12,0% e 5,3%, respectivamente (Tabela 4).

O apesar de ter sido aplicado via foliar, o B apresenta-se com 100% de frequência na classe alta, Tabela 4. Yamada & Lopes (1998) citam que a imobilidade do boro em plantas de milho é comprovada pela ocorrência de teores mais altos em folhas velhas, quando comparadas com folhas mais jovens, principalmente em situações de deficiência do elemento na planta. Assim, os referidos autores sugerem que a aplicação de boro para a cultura de milho deve ser efetuada no solo, para que seja plenamente aproveitado pela planta, uma vez aplicado via foliar, não será retranslocado do local de aplicação e não suprirá as exigências dos tecidos a serem formados (tecidos jovens).

Galvão (1985) cita que a resposta da cultura de milho à aplicação de Zn, via foliar, nem sempre é positiva, sendo, muitas vezes, necessária a aplicação do referido elemento via solo.

A aplicação de calcário dolomítico não garantiu altos teores de Mg nas folhas, provavelmente pelo antagonismo deste elemento com o ion K^+ .

A alta dose de K aplicada no plantio (90 kg ha^{-1} de K_2O) e em cobertura (30 kg ha^{-1} de K_2O), não refletiu em altos teores nas folhas (Tabela 3). Como previamente comentado nos resultados das fichas cadastrais, o antagonismo entre o K, Ca e Mg é resultado de uma competição iônica na solução do solo que tanto o K pode prejudicar a absorção de Ca e Mg como o inverso também é verdadeiro (Malavolta, 1976).

Entre os micronutrientes, o Fe (60,9%) apresentou maior número de glebas na classe alta. A ordem de limitação de deficiência (Tabela 4) dos nutrientes de acordo com as faixas de suficiência obtidas pela análise foliar foi: $B > Mg > K > S > Mn > Zn > Ca > P > Fe = N$.

Tabela 4. A distribuição de freqüência, em porcentagem de ocorrência de deficiência, das glebas amostradas em Hidrolândia, GO, para macro e micronutrientes nas folhas de milho (*Zea mays* L.). Safra 2003/2004.

Nutrientes	% de ocorrência de glebas nas classes		
	Baixo	Adequado	Alto
N	0,8	12,7	86,5
P	3,0	39,1	57,9
K	37,6	51,9	10,5
Ca	3,8	53,3	42,9
Mg	69,2	30,8	0,0
S	22,6	29,3	48,1
Cu	0,0	99,2	0,8
Fe	0,8	38,3	60,9
Mn	12,0	84,2	3,8
Zn	5,3	94,7	0,0
B	0	0	100,0

Os maiores coeficientes de correlação linear positiva entre produtividade e nutrientes nas folhas foram obtidos para o B (0,29) e K (0,26) e os negativos foram P (-0,34), Fe (-0,32), Zn (-0,32), Ca (-0,27) e S (-0,27). Verifica-se que as interações entre os nutrientes P x Fe (0,65), P x Zn (0,65), S x Fe (0,63), Ca x Zn (0,60), Ca x Fe (0,57), Ca x Mg (0,55), P x Ca (0,54), Mg x Fe (0,51), Ca x S (0,49) apresentaram os maiores valores de coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 5).

As distribuições de freqüência das variáveis no solo na região de Hidrolândia, Goiás, na safra 2003/2004, são apresentadas nas Figuras 5, 6, 7 e 8. Apesar de os solos selecionados possuírem características físicas semelhantes (teores de argila, areia e silte) observou-se alta variabilidade nas concentrações das variáveis apresentadas nas Figuras 5, 6, 7, 8 e Tabela 6).

O teste de Shapiro-Wilk (W) para os parâmetros da análise de solo, com exceção da produtividade, pH, CTC, V% e Mn, foram significativos, indicando que existem desvios da distribuição normal (Tabela 6). O Mg, Ca, Cu e a matéria orgânica se aproximam bastante dos padrões de normalidade (Figuras 5, 6, 7 e 8).

As Tabelas 6 e 7 indicam deficiência de Fe em 45,9% das amostras avaliadas. Resultado pouco freqüente por ser este um elemento abundante em solos de Cerrado por estar presente nas formulações de adubos fosfatados, os quais atuam, desta forma, como fontes deste micronutriente (Lopes, 1984a). A porcentagem de deficiência, também pode ser conseqüência da calagem, que diminui a disponibilidade de Fe e a faixa proposta pela CFSEMG (1999) não ser adequada para o Estado de Goiás.

Tabela 5. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade e entre os parâmetros de análise foliar da cultura do milho, na região de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Produtividade											
e	0,11 ^{ns}	-0,34**	0,26**	-0,27**	-0,11 ^{ns}	-0,27**	-0,04 ^{ns}	-0,32**	-0,12 ^{ns}	-0,32**	0,29**
N		0,30**	0,32**	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,25**	0,19*	0,26**	-0,22*	0,16 ^{ns}	-0,25**
P			-0,09 ^{ns}	0,58**	0,28**	0,44**	0,20*	0,65**	0,17*	0,65**	-0,19*
K				-0,20*	-0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Ca					0,55**	0,49**	0,13 ^{ns}	0,57**	0,02 ^{ns}	0,60**	-0,03 ^{ns}
Mg						0,32	0,05 ^{ns}	0,51**	-0,12 ^{ns}	0,29**	0,25**
S							0,19*	0,63**	-0,17*	0,30**	0,17*
Cu								0,26**	-0,18	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Fe									-0,18*	0,38**	0,09 ^{ns}
Mn										0,12 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
Zn											-0,21*

(*) valor significativo a 5% de probabilidade; (**) valor significativo a 1% de probabilidade; (^{ns}) valor não significativo.

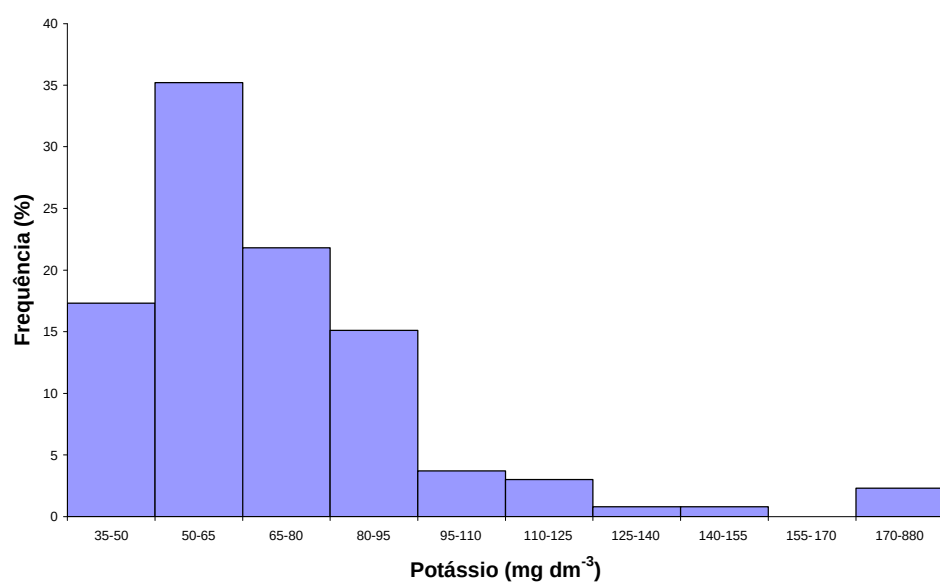
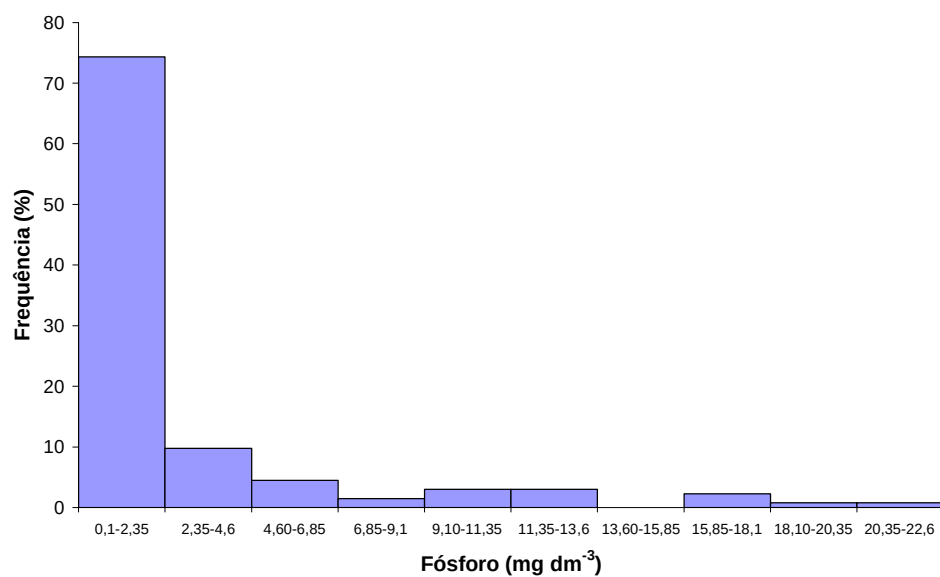
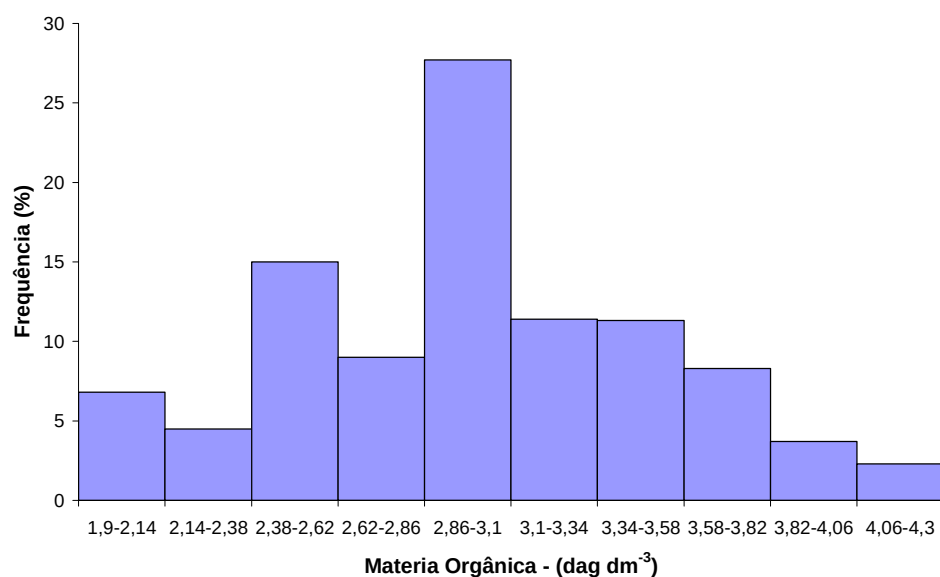


Figura 5 Distribuição de freqüência dos teores de matéria orgânica, P e K em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

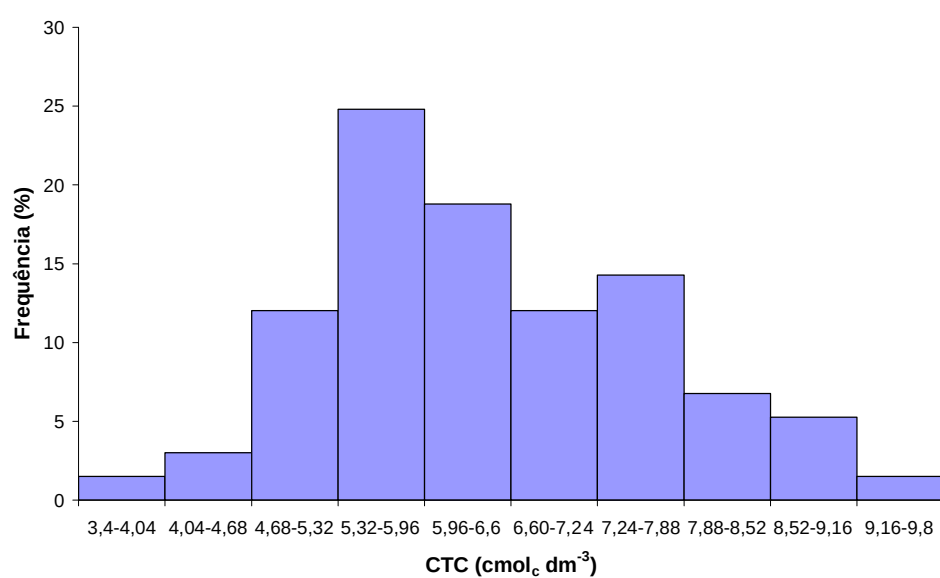
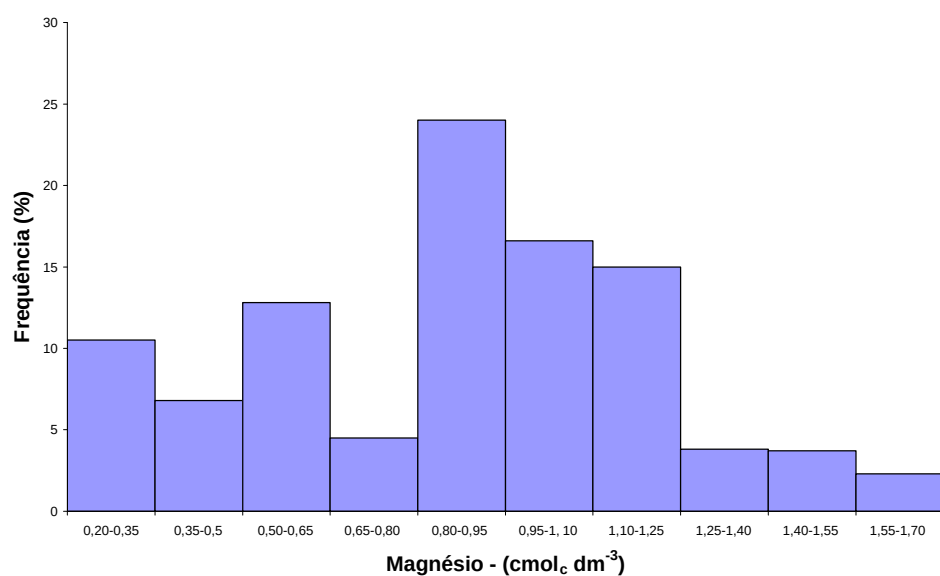
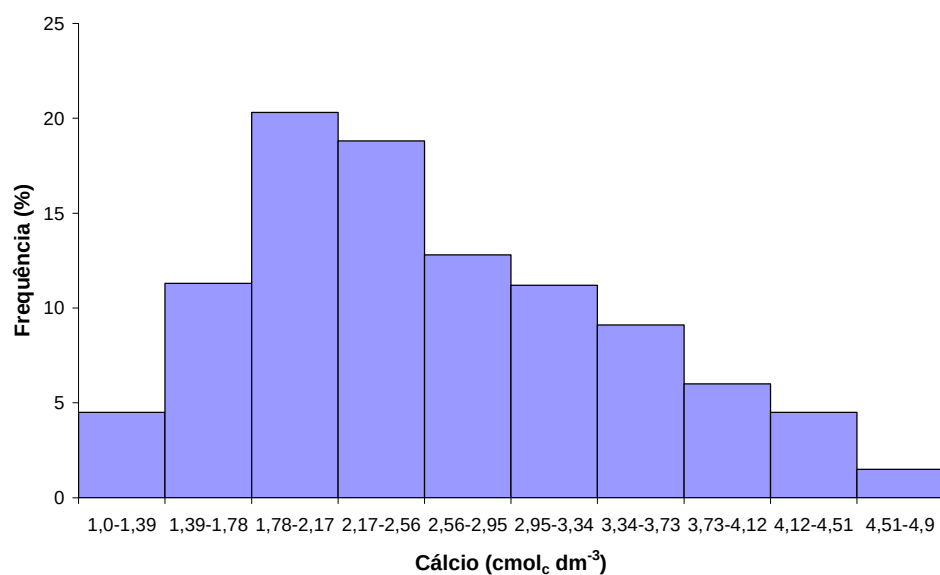


Figura 6. Distribuição de frequência dos teores de Ca, Mg e da CTC em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

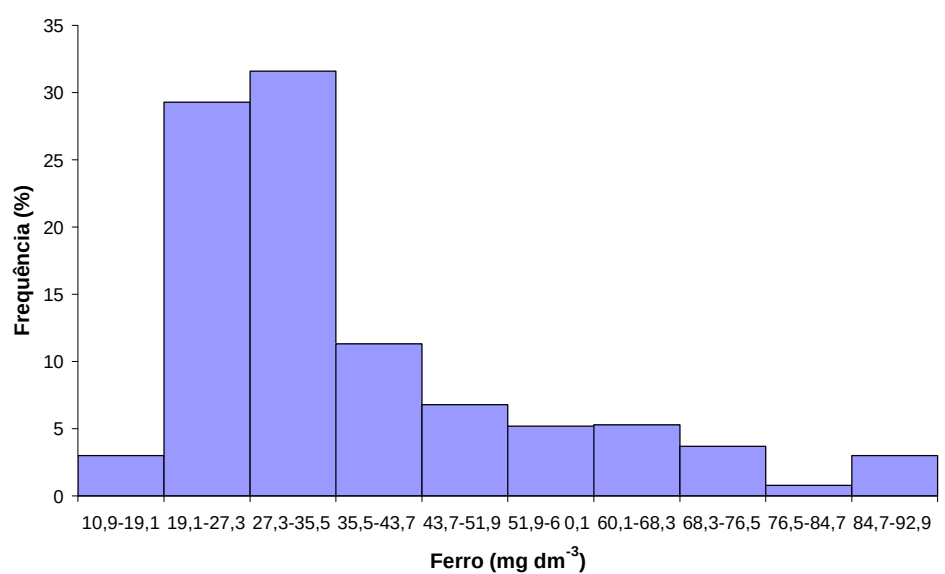
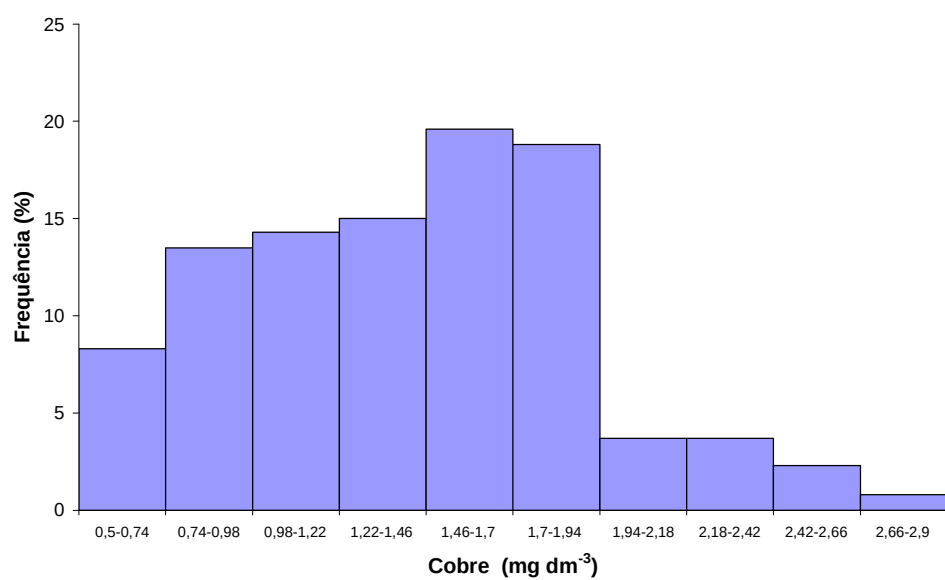
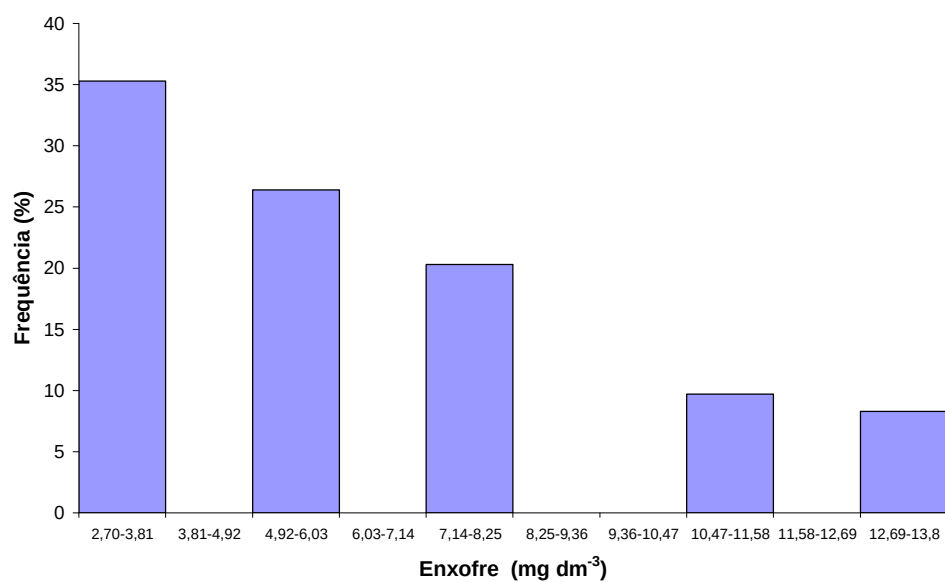


Figura 7. Distribuição de freqüência dos teores de S, Cu e Fe em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

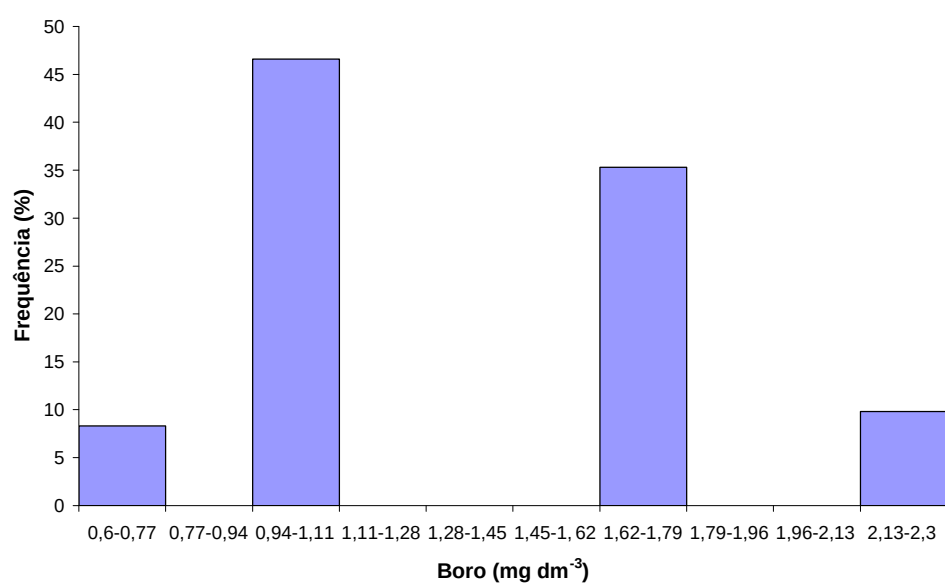
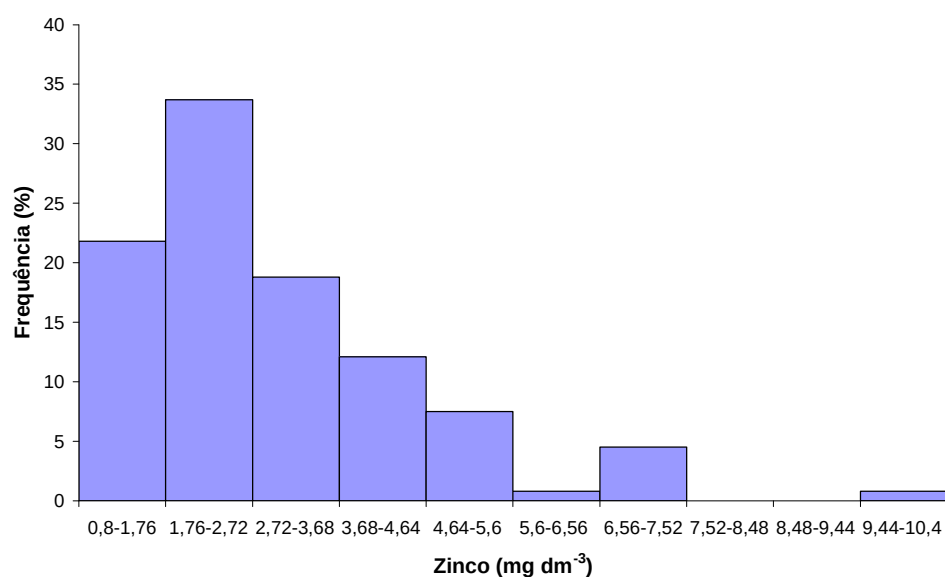
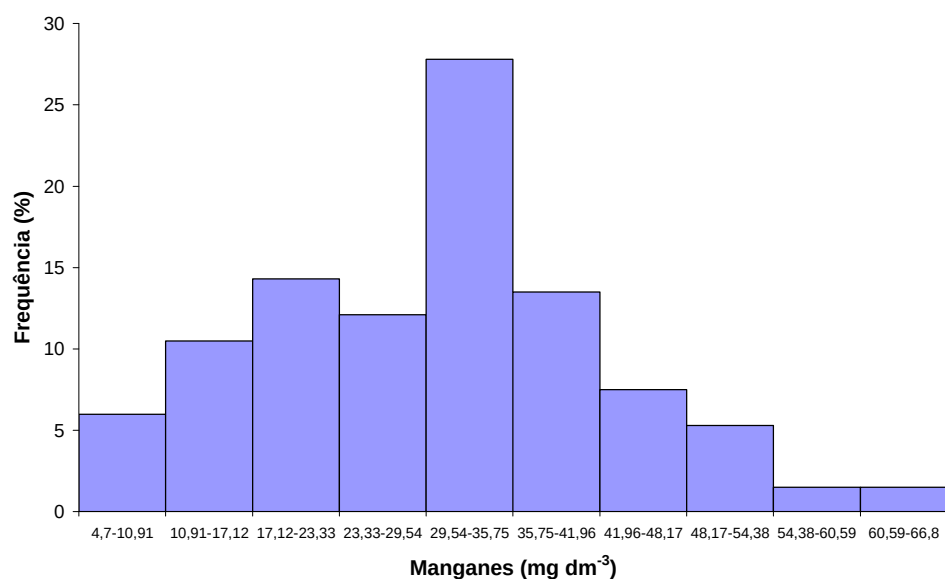


Figura 8. Distribuição de frequência dos teores de Mn, Zn e B em solos na região de hidrolândia, safra 2003/2004.

De acordo com a Tabela 6 os teores médios no solo de Ca, Mg, S, Fe e V% enquadram-se na classe adequada; de P, K e CTC enquadram-se na classe baixa; e de pH, Cu, Mn, B e Zn enquadram-se na classe alta (Tabela 6).

Observa-se que os teores de Ca e Mg no solo (Tabela 6) encontram-se na classe adequada, porém o teor de Mg na folha encontra-se na classe baixa (Tabela 3). Isso pode ser devido à competição entre Ca, Mg e K, conforme apresentado anteriormente.

Tabela 6. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e Teste W em teores de argila entre 36-60% para produtividade e para as variáveis analisadas no solo na profundidade de 0-20 cm, na região de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV %	Teste W ¹
Produtividade (kg ha ⁻¹)	2.507,61	12.128,67	7.078,17	26,26	0,97 ^{ns}
P (Mehlich I) (mg dm ⁻³)	0,10	22,60	2,91	142,49	0,64**
K (mg dm ⁻³)	35,00	880,00	77,16	106,28	0,33**
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,00	4,90	2,59	33,78	0,95*
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,20	1,70	0,84	40,75	0,96*
S (mg dm ⁻³)	2,7	13,80	6,26	56,35	0,83**
MO (dag dm ⁻³)	1,90	4,30	2,99	17,10	0,95*
pH	4,60	7,20	5,71	8,15	0,97 ^{ns}
H + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,00	4,30	2,54	26,07	0,95*
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,40	9,80	6,16	16,65	0,97 ^{ns}
V%	26,50	84,30	58,08	19,88	0,98 ^{ns}
Cu (mg dm ⁻³)	0,50	2,90	1,40	33,87	0,97*
Fe (mg dm ⁻³)	10,90	264,30	39,25	70,84	0,60**
Mn (mg dm ⁻³)	4,70	86,90	30,69	43,46	0,97 ^{ns}
Zn (mg dm ⁻³)	0,80	10,40	2,94	54,08	0,89**
B (mg dm ⁻³)	0,60	2,30	1,39	32,80	0,83**

¹Teste de Shapiro-Wilk (W). Nível de significância do teste W: (*) valor significativo a 5% de probabilidade; (**) valor significativo a 1% de probabilidade; (^{ns}) valor não significativo.

Apesar de o K ter sido aplicado em dose acima da recomendada, na época da análise não foram detectados teores considerados altos em todas as glebas analisadas. Este evento pode ser explicado pela sua absorção pela cultura, além do que o potássio pode ser perdido pela lixiviação e erosão do solo (Tabela 7).

Tabela 7. Níveis de fertilidade de matéria orgânica (MO), P (Melhlich I), CTC, V%, pH, Ca, Mg, K, S e micronutrientes em análises de solos para milho cultivado em espaçamento reduzido em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável	% da gleba nas classes de interpretação		
	Baixo	Adequado	Alto
MO total	36,8	63,2	0,8
CTC (a pH 7,0)	99,2	0,8	0,0
V%	2,3	54,8	42,9
pH	2,3	33,5	64,2
Ca	6,0	94,0	0,0
Mg	17,3	82,7	0,0
P (Mehlich 1)	89,5	4,5	6,0
K	17,3	57,1	25,6
S	35,3	46,7	18,0
Fe	45,9	30,0	24,1
Cu	0,0	15,8	84,2
Mn	0,0	0,8	99,2
B	0,0	0,0	100,0
Zn	0,8	18,7	80,5

Os maiores coeficientes de variação foram encontrados para os teores de P (142,49%), K (106,28%), Fe (70,84%), S (56,35%) e Zn (54,08%) (Tabela 6). Os altos valores de coeficientes de variação são justificados por se tratarem de parâmetros de fertilidade bastante variados. Tal diversidade é de extrema importância para a obtenção de um banco de dados representativo para o DRIS (Walworth & Sumner, 1987; Hallmark et al., 1990b).

Os resultados apontam o P como o nutriente mais limitante à produção do milho. A ordem de limitação encontrada foi CTC > P > MO > S > Mg > K > Ca > V% > pH > Zn (Tabela 7). O baixo teor de fósforo nas análises é explicado pelo fato do fósforo ser o nutriente que mais limita a produtividade na maioria dos solos do Cerrado, em função dos baixos teores naturalmente presentes nesses solos. Os solos da região possuem muita caulinita e óxidos de Fe e Al, ou seja, minerais de carga variável, e que possuem um alto poder de fixação do fosfato (Bernardi et al., 2003). Outra explicação deve-se ao fato da baixa mobilidade de P (se movimenta por difusão) nos solos e das amostras de solo terem sido coletadas nas entrelinhas do cultivo.

As variáveis Ca x CTC (0,73), Mg x CTC (0,68), se correlacionaram positivamente, pois estas variáveis estão intimamente relacionadas. Mn x MO (0,54), Mn x Mg (0,50), Ca x Mg (0,48), Cu x Fe (0,45), Mn x B (0,45), MO x CTC (0,43) também apresentaram uma correlação positiva. As maiores coincidência de altas correlações com o trabalho de Cunha (2005) foi com as variáveis Ca e Mg (Tabela 8).

Tabela 8. Matriz dos coeficientes de correlação linear entre a produtividade e as variáveis na análise de solo na profundidade de 0-20 cm, na região de Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.

	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S	MO	P	K	Ca	Mg	CTC
Produtividade	-0,21**	-0,18*	0,20*	0,08 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,33**	-0,11 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,31**	0,21*
Cu		0,45**	-0,15 ^{ns}	0,24**	0,08 ^{ns}	0,30**	-0,28**	0,19*	0,06 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fe			0,12 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,26**	0,33**	-0,07 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
Mn				0,23**	0,45**	-0,08 ^{ns}	0,54**	0,09 ^{ns}	0,18*	0,24**	0,50**	0,29**
Zn					0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,18*	0,28**	0,05 ^{ns}	0,24**	0,29**	0,27**
B						0,25**	0,21**	0,11 ^{ns}	0,21*	0,21*	0,10 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
S							-0,23**	0,16 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,29**	-0,17*
MO								0,04 ^{ns}	0,23**	0,26**	0,53**	0,43**
P									0,27**	0,32**	0,00 ^{ns}	0,23**
K										0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,24**
Ca											0,48**	0,73**
Mg												0,68**

(*) valor significativo a 5% de probabilidade; (**) valor significativo a 1% de probabilidade; (^{ns}) valor não significativo.

4.3 NORMAS DE FOLHA

Na Tabela 9 são apresentados a média, o coeficiente de variação e o desvio padrão da população de plantas de milho de alta produtividade ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$). Os valores dos coeficientes de variação obtidos para a concentração de nutrientes nas folhas estão abaixo de 35% para N, P, K, Ca, Mg e Zn, e acima de 35% para S, B, Fe, Mn e Cu, sendo o Cu (82,11%) o que apresenta o maior valor. Considerando que quanto menor o coeficiente de variação, menor será a amplitude dos valores dos nutrientes, pode-se inferir que menores serão os pesos no cálculo dos índices DRIS.

Cunha (2005) obteve coeficientes variação menores que 35% para: N, P, K, Ca, Mg e S, e acima de 35% para os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn. A divergência com os coeficientes de variação apresentados por Cunha (2005) foi apenas nos elementos S e Zn.

Tabela 9. Média, coeficiente de variação e desvio padrão para produtividade e teores de nutrientes nas folhas de plantas do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho (*Zea mays* L.), na região de Hidrolândia, Go. Safra 2003/2004.

Nutriente	Média	CV%	Desvio Padrão
Produtividade (kg ha^{-1})	7.636,91	20,92	1.597,82
N (dag kg^{-1})	4,06	21,21	0,86
P (dag kg^{-1})	0,39	28,91	0,11
K (dag kg^{-1})	1,92	20,45	0,39
Ca (dag kg^{-1})	0,42	31,33	0,13
Mg (dag kg^{-1})	0,24	28,72	0,07
S (dag kg^{-1})	0,21	38,45	0,08
Cu (mg kg^{-1})	12,22	82,11	10,04
Fe (mg kg^{-1})	328,49	43,45	142,74
Mn (mg kg^{-1})	76,88	38,00	29,21
Zn (mg kg^{-1})	18,96	14,29	2,71
B (mg kg^{-1})	48,09	42,09	20,24

O valor médio das relações binárias entre os nutrientes, o coeficiente de variação, o desvio padrão para as relações e a razão entre variâncias das populações de alta e baixa produtividade, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Normas para as análises foliares utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo (>5.000 kg ha⁻¹) da cultura do milho, na região de Hidrolândia, GO, na safra de 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S ² B/S ² A	Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	⁽²⁾ Razão S ² A/S ² B
N/P	10,346	26,93	2,95	1,23	Ca/Zn	0,022	25,57	0,01	1,36
P/N	0,097	30,90	0,03	1,78	Zn/Ca	44,607	25,78	12,34	1,87
N/K	2,109	23,03	0,50	0,92	Mg/Cu	0,019	33,91	0,01	0,73
K/N	0,474	23,88	0,12	1,39	Cu/Mg	51,797	93,45	52,11	0,04
N/Ca	9,546	33,78	3,51	1,24	Mg/Fe	0,001	54,77	0,00	0,00
Ca/N	0,105	35,56	0,04	1,87	Fe/Mg	1391,928	45,20	645,68	0,56
N/Mg	17,191	41,25	7,71	0,40	Mg/Mn	0,003	215,04	0,01	0,04
Mg/N	0,058	33,75	0,02	1,00	Mn/Mg	325,758	45,81	162,74	3,01
N/Cu	0,332	26,11	0,10	1,41	Mg/Zn	0,012	26,12	0,01	1,00
Cu/N	3,013	69,36	2,11	0,18	Zn/Mg	80,331	29,38	25,26	0,78
N/Zn	0,214	20,62	0,05	1,39	Cu/Zn	0,645	72,30	0,47	0,14
Zn/N	4,673	21,19	1,02	3,17	Zn/Cu	1,551	30,52	0,54	2,07
N/Mn	0,053	212,24	0,16	0,02	Cu/Fe	0,037	72,47	0,03	0,13
Mn/N	18,950	46,52	9,35	3,23	Fe/Cu	26,873	37,59	10,71	1,09
N/Fe	0,012	69,31	0,01	0,21	Cu/Mn	0,159	198,86	0,46	0,03
Fe/N	80,970	45,89	37,89	0,69	Mn/Cu	6,289	57,31	4,30	3,49
P/K	0,204	37,75	0,08	0,88	Zn/Fe	0,058	65,09	0,05	0,22
K/P	4,908	38,50	2,07	0,33	Fe/Zn	17,328	40,01	6,87	0,75
P/Ca	0,922	25,29	0,24	2,04	Mn/Zn	0,247	39,82	1,66	2,17
Ca/P	1,084	24,54	0,27	2,20	Zn/Mn	4,055	191,99	0,66	0,03
P/Mg	1,661	37,38	0,66	1,06	Fe/Mn	4,273	256,56	17,30	0,03
Mg/P	0,602	30,96	0,20	1,08	Mn/Fe	0,234	80,17	0,25	0,38
P/Cu	0,032	37,31	0,01	2,14	B/P	122,686	51,88	70,74	0,38
Cu/P	31,184	58,84	18,73	0,28	P/B	0,008	57,31	0,01	0,69
P/Fe	0,001	71,68	0,00	0,00	B/K	24,996	51,13	13,38	0,59
Fe/P	837,997	32,12	266,63	0,89	K/B	0,040	43,95	0,02	0,51
P/Mn	0,005	214,48	0,02	0,02	B/Ca	113,160	52,00	65,22	0,45
Mn/P	196,120	48,46	104,88	0,57	Ca/B	0,009	54,71	0,01	1,00
P/Zn	0,021	22,63	0,01	1,00	B/Mg	203,784	42,04	90,24	0,59
Zn/P	48,362	20,38	10,39	1,15	Mg/B	0,005	48,59	0,00	0,44
K/Ca	4,527	40,08	2,02	0,89	B/Cu	3,934	45,55	2,03	0,22
Ca/K	0,221	41,29	0,10	1,51	Cu/B	0,254	120,20	0,37	0,04
K/Mg	8,153	36,45	3,23	0,32	B/Zn	2,537	45,49	1,19	0,85
Mg/K	0,123	36,59	0,05	0,65	Zn/B	0,394	45,43	0,22	1,10
K/Cu	0,157	31,97	0,06	0,54	B/Mn	0,626	123,12	0,99	0,12
Cu/K	6,353	74,64	4,87	0,12	Mn/B	1,599	58,58	1,11	3,52
K/Fe	0,006	65,91	0,01	0,16	B/Fe	0,146	65,50	0,12	0,10
Fe/K	170,735	51,02	91,53	0,46	Fe/B	6,830	64,58	5,32	0,47
B/N	11,854	53,77	6,85	0,63	Cu/S	58,488	88,13	59,42	0,05
N/B	0,084	49,22	0,05	0,56	S/Cu	0,017	33,00	0,01	0,69
S/P	0,533	35,67	0,19	0,79	S/Zn	0,011	36,80	0,01	1,00
P/S	1,876	53,15	1,15	0,78	Zn/S	90,708	63,25	69,89	0,29
S/K	0,109	44,66	0,05	0,53	S/Mn	0,003	170,82	0,01	0,02
K/S	9,206	76,63	8,94	0,10	Mn/S	367,842	87,79	423,64	1,06
S/Ca	0,492	37,69	0,19	0,75	S/Fe	0,001	68,70	0,01	0,01
Ca/S	2,033	52,17	1,22	0,40	Fe/S	1571,746	48,50	825,88	0,57
S/Mg	0,886	45,62	0,43	0,50	S/N	0,052	43,36	0,02	0,55
Mg/S	1,229	70,60	0,97	0,12	N/S	19,411	43,36	0,02	0,55
K/Mn	0,025	180,57	0,06	0,03	B/S	230,110	99,51	302,20	0,05
Mn/K	39,958	44,89	18,71	3,13	S/B	0,004	52,57	0,01	0,44
K/Zn	0,101	27,05	0,03	0,41	Ca/Fe	0,001	77,24	0,01	0,01
Zn/K	9,853	25,82	2,65	1,69	Fe/Ca	772,929	34,02	264,03	1,39
Ca/Mg	1,801	28,30	0,53	1,45	Ca/Mn	0,006	231,89	0,02	0,02
Mg/Ca	0,555	27,14	0,16	1,50	Mn/Ca	180,892	49,15	99,45	1,58
Ca/Cu	0,035	37,83	0,02	1,78	Cu/Ca	28,762	67,51	20,34	0,26

⁽¹⁾ Macronutrientes expresso em dag kg⁻¹ e micronutrientes expressos em mg kg⁻¹.

⁽²⁾ Razão de variância (S²A/S²B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B).

⁽³⁾ As razões de variâncias em negrito são as selecionadas para o procedimento de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984).

Trabalhos de Beaufils (1973), Sumner, (1977b) e Beverly et al. (1986) defendem a criação de uma norma geral para a aplicação do DRIS, independente da região, do tipo de solo ou da variedade cultivada. Entretanto, outros autores têm contestado esta idéia. Escano et al. (1981) e Walworth & Sumner (1987) conduzindo pesquisa com milho e Leandro (1998) com soja, encontraram respostas diferenciadas. Os resultados desses autores indicam que normas desenvolvidas local ou regionalmente, conferem maior precisão no diagnóstico de deficiências ou desbalanços, que aquelas produzidas por normas de outras regiões.

A porcentagem em relação às normas de Hidrolândia e as normas desenvolvidas por Elwali et al. (1985) e Walworth & Sumner (1987), para o sudeste e o nordeste dos Estados Unidos, Escano et al. (1981) para o Havai, Dara et al. (1992) para Dakota do Sul (EUA), Cunha (2005) para a região de Goianésia, GO e Cornforth & Steele para Nova Zelândia, são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Comparação de médias das relações binárias das normas para milho (*Zea mays* L.) desenvolvidas por vários autores e a porcentagem das normas, usando como parâmetro de comparação as normas de Hidrolândia, GO.

Relação	Autor/Local	Norma	% ⁽¹⁾	Relação	Autor/Local	Norma	% ⁽¹⁾
Ca/Mg	Normas Hidrolândia	1,80	100,00	N/Mg	Normas Hidrolândia	17,19	100,00
	Elwali et al. 1985	2,15	119,38		Elwali et al. 1985	14,08	81,90
	Sudeste dos E.U.A ²	2,49	138,26		Sudeste dos E.U.A ²	20,10	116,92
	Nordeste dos E.U.A ²	2,15	119,38		Nordeste dos E.U.A ²	13,03	75,80
	Escano et al (1981)	1,96	108,83		Escano et al (1981)	13,51	78,59
	Cornforth & Steele (1981)	2,07	114,94		Cornforth & Steele (1981)	17,28	100,52
	Dara et al (1992)	1,78	98,95		Dara et al (1992)	9,62	55,93
	Cunha (2005)	1,39	77,18		Cunha (2005)	5,06	29,43
Ca/S	Normas Hidrolândia	2,03	100,00	N/P	Normas Hidrolândia	10,35	100,00
	Elwali et al. 1985	1,98	97,39		Elwali et al. 1985	9,04	87,30
	Sudeste dos E.U.A ²	2,07	101,82		Sudeste dos E.U.A ²	11,23	108,51
	Nordeste dos E.U.A ²	2,24	110,18		Nordeste dos E.U.A ²	9,14	88,32
	Escano et al (1981)	2,21	108,71		Escano et al (1981)	9,98	96,43
	Cornforth & Steele (1981)	1,55	76,24		Cornforth & Steele (1981)	8,91	86,10
	Dara et al (1992)	3,07	150,76		Dara et al (1992)	9,67	93,48
	Cunha (2005)	2,99	147,07		Cunha (2005)	10,46	101,07
K/Ca	Normas Hidrolândia	4,53	100,00	N/S	Normas Hidrolândia	19,41	100,00
	Elwali et al. 1985	4,21	93,00		Elwali et al. 1985	11,90	61,31
	Sudeste dos E.U.A ²	6,88	151,98		Sudeste dos E.U.A ²	15,02	77,38
	Nordeste dos E.U.A ²	4,35	96,09		Nordeste dos E.U.A ²	11,45	58,99
	Escano et al (1981)	4,46	98,52		Escano et al (1981)	15,20	78,31
	Cornforth & Steele (1981)	6,33	139,83		Cornforth & Steele (1981)	11,04	56,87
	Dara et al (1992)	4,00	88,36		Dara et al (1992)	4,41	74,22
	Cunha (2005)	4,73	104,48		Cunha (2005)	10,71	55,17

Continua...

Tabela 11. Continuação....

Relação	Autor/Local	Norma	% ⁽¹⁾	Relação	Autor/Local	Norma	% ⁽¹⁾
K/Mg	Normas Hidrolândia	8,15	100,00	P/Ca	Normas Hidrolândia	0,92	100,00
	Elwali et al. (1985)	9,62	117,99		Elwali et al. (1985)	0,69	74,84
	Sudeste dos E.U.A ²	16,65	204,22		Sudeste dos E.U.A ²	0,75	81,34
	Nordeste dos E.U.A ²	9,68	118,73		Nordeste dos E.U.A ²	0,64	69,41
	Escano et al. (1981)	8,55	104,87		Escano <i>et al</i> (1981)	0,72	78,09
	Cornforth & Steele (1981)	13,82	169,51		Cornforth & Steele (1981)	0,92	99,78
	Dara et al. (1992)	7,46	91,53		Dara et al. (1992)	0,52	56,07
	Cunha (2005)	6,38	78,25		Cunha (2005)	0,37	40,13
K/S	Normas Hidrolândia	9,21	100,00	P/K	Normas Hidrolândia	0,20	100,00
	Elwali et al. (1985)	8,77	95,26		Elwali et al. (1985)	0,17	83,33
	Sudeste dos E.U.A ²	12,04	130,78		Sudeste dos E.U.A ²	0,12	58,82
	Nordeste dos E.U.A ²	8,26	89,72		Nordeste dos E.U.A ²	0,16	78,43
	Escano et al. (1981)	9,67	105,04		Escano et al. (1981)	0,16	78,43
	Cornforth & Steele (1981)	8,70	94,50		Cornforth & Steele (1981)	0,16	78,43
	Dara et al. (1992)	11,63	126,31		Dara et al. (1992)	0,13	64,71
	Cunha (2005)	13,24	143,82		Cunha (2005)	0,08	39,22
Mg/S	Normas Hidrolândia	1,13	100,00	P/Mg	Normas Hidrolândia	1,66	100,00
	Elwali et al. (1985)	0,84	74,40		Elwali et al. (1985)	1,56	93,92
	Sudeste dos E.U.A ²	1,06	93,89		Sudeste dos E.U.A ²	1,80	108,37
	Nordeste dos E.U.A ¹	1,17	103,63		Nordeste dos E.U.A ²	1,42	85,49
	Escano et al. (1981)	1,18	104,52		Escano et al. (1981)	1,37	82,48
	Cornforth & Steele (1981)	0,84	74,40		Cornforth & Steele (1981)	2,00	120,41
	Dara et al. (1992)	1,43	127,02		Dara et al. (1992)	0,99	59,48
	Cunha (2005)	2,22	196,63		Cunha (2005)	0,49	29,50
N/Ca	Normas Hidrolândia	9,55	100,00	P/S	Normas Hidrolândia	1,88	100,00
	Elwali et al. (1985)	6,25	65,47		Elwali et al. (1985)	1,42	75,69
	Sudeste dos E.U.A ²	8,31	87,05		Sudeste dos E.U.A ²	1,61	85,82
	Nordeste dos E.U.A ²	5,92	62,02		Nordeste dos E.U.A ²	1,27	67,70
	Escano et al. (1981)	7,04	73,75		Escano et al. (1981)	1,55	82,62
	Cornforth & Steele (1981)	7,96	83,39		Cornforth & Steele (1981)	1,28	68,23
	Dara et al. (1992)	5,05	52,91		Dara et al. (1992)	1,52	81,02
	Cunha (2005)	3,80	39,81		Cunha (2005)	1,03	54,90
N/K	Normas Hidrolândia	2,11	100,00				
	Elwali et al. (1985)	1,46	69,37				
	Sudeste dos E.U.A ²	1,24	58,80				
	Nordeste dos E.U.A ²	1,43	67,80				
	Escano et al. (1981)	1,60	75,87				
	Cornforth & Steele (1981)	1,32	62,59				
	Dara et al. (1992)	1,13	53,39				
	Cunha (2005)	0,85	40,30				

⁽¹⁾% em relação às normas de Hidrolândia, ⁽²⁾Walworth & Sumner (1987)

No presente trabalho consideram-se como similares as normas que diferem do padrão (normas de Hidrolândia) em até 15%.

Comparando as normas obtidas em Hidrolândia com as de outros autores, observa-se similaridades nas relações: Ca/Mg, Ca/S, K/Ca, K/Mg, K/S, N/P de Escano *et al* (1981); Ca/S, K/Ca, K/S, N/P, P/Mg de Elwali *et al.* (1985); Ca/S, Mg/S, N/Ca, N/P, P/Mg, P/S de Walworth & Sumner (1987) para o sudeste dos Estados Unidos; Ca/S, K/Ca, K/S, Mg/S, N/P, P/Mg de Walworth & Sumner (1987) para o nordeste dos Estados Unidos; Ca/Mg, K/S, N/Mg, N/P, P/Ca de Cornforth & Steele (1981), Ca/Mg, K/Ca, K/Mg, N/P de Dara *et al.* (1992); K/Ca, N/P de Cunha (2005).

Houve coincidência de resultados entre todos os autores na relação N/P. Os resultados de Escano *et al.* (1981) são os que apresentam maior número de relações semelhantes aos desenvolvidos a partir dos dados de Hidrolândia. As similaridades entre as relações de Cunha (2005) com as do presente trabalho são as menores, apesar de terem sido desenvolvidas em solo de Cerrado, em Goianésia, Estado de Goiás.

As normas desenvolvidas por Cunha (2005) são relativamente baixas para K/Mg, N/Mg e P/Mg, e alta para Mg/S. Estes fatos sugerem que no grupo de alta produtividade adotado por Cunha (2005) existe uma alta concentração de Mg foliar. Como pôde ser comprovado observando os teores médios das análises foliares para o Mg, de 0,54 dag kg⁻¹, é considerado na faixa excessiva, segundo Malavolta *et al.* (1997). Isto explica as divergências entre as normas de Hidrolândia e as normas desenvolvidas em Goianésia, GO.

O DRIS foi desenvolvido para fornecer um diagnóstico válido sem considerar a idade da planta, origem do tecido, a cultivar, as condições climáticas e de solo em função do uso de razões entre os nutrientes. Entretanto a universalidade do DRIS tem sido questionada. Diferentes normas para milho têm sido encontradas em várias regiões (Escano *et al.*, 1981; Walworth & Sumner, 1987; Dara *et al.*, 1992; Cunha, 2005). Mesmo dentro de uma dada região com condições edafoclimáticas similares e com a sub-população de referência, a qual se extraiu as normas, com produtividades similares (>5.000 kg ha⁻¹) pôde-se observar divergências entre as normas. Observou-se no trabalho de Cunha (2005) normas divergentes as do presente trabalho. Cunha (2005) trabalhou com milho em espaçamento de 0,90 m em condições irrigadas e as normas do presente trabalho foram obtidas para milho adensado, cultivado em espaçamento reduzido, ambos em condições edafoclimáticas semelhantes. Reforça-se a idéia da não universalidade das normas DRIS. Sugere-se o desenvolvimento de normas locais, inclusive que as normas sejam elaboradas para as diferentes condições de cultivo levando-se em conta fatores como irrigação, espaçamento e densidade de plantio.

4.4 NORMAS PARA SOLO

Na Tabela 12 são apresentados os valores dos coeficientes de variação obtidos na análise de solo. Para MO, B, Ca, Mg e CTC os coeficientes de variação estão abaixo de 35%, e acima desse percentual estão Cu, Fe, Zn, Mn, P, K e S, sendo o P (142,12%) e o K (115,34%) os nutrientes que apresentam os maiores valores.

No trabalho de Cunha (2005), em solos com teores de argila menores de 40 dag dm^{-3} , no subgrupo de maior produtividade, os teores médios de K (86,57 mg dm^{-3}), Ca (2,43 cmolc dm^{-3}), CTC (7,25 cmolc dm^{-3}), Cu (1,97 mg dm^{-3}), Mn (30,51 mg dm^{-3}) apresentaram resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa (Tabela 12).

Tabela 12. Média, coeficiente de variação e desvio padrão para produtividade e concentrações de nutrientes no solo, na cultura de milho (*Zea mays* L.) do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$), na região de Hidrolândia, GO. Safra de 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão
Produtividade	7.656,71	20,79	1.592,17
MO total (g dm dm^{-3})	3,08	15,79	0,49
P Mehlich 1 (mg kg^{-3})	2,71	142,12	3,86
K (mg kg^{-1})	79,01	115,34	91,13
Ca (cmolc dm^{-3}).	2,62	33,28	0,87
Mg (cmolc dm^{-3}).	0,90	33,92	0,31
CTC (cmolc dm^{-3}).	6,28	15,93	1,00
S (mg dm^{-3})	5,93	52,73	3,13
Cu (mg dm^{-3})	1,39	36,20	0,50
Fe (mg dm^{-3})	37,02	71,99	26,65
Mn (mg dm^{-3})	31,33	38,42	12,04
Zn (mg dm^{-3})	3,06	52,39	1,60
B (mg dm^{-3})	1,39	30,93	0,43

Beaufils & Sumner (1976) concluíram que o conceito de balanço dos nutrientes ocorre também no solo, sendo observada a validade da aplicação da referida técnica tanto para o solo como para a planta, aumentando, assim, o campo de atuação do DRIS.

Alguns autores têm obtido resultados satisfatórios com o emprego do DRIS no solo, como atestam Medal-Johnsen et al. (1975), Evanylo et al. (1987) e Oliveira & Souza (1993). Ferreira (2002), trabalhando com soja, e Cunha (2005) com milho, também usaram os teores de nutrientes no solo para o cálculo do índice DRIS.

Um dos problemas do emprego do DRIS no solo é que algumas variáveis têm

valores relativos. Nas plantas, os nutrientes são analisados quanto aos teores totais e representam as concentrações e proporções de nutrientes que desempenham determinadas funções metabólicas. Os resultados de análise de solo, ao contrário, são índices que fornecem referências da resposta da planta à adubação. Para o P, as dificuldades são ainda maiores. O P extraído pelo Mehlich I constitui-se em um índice, e não a quantidade total do nutriente que é passível de absorção pelas raízes (Leandro, 1998).

O uso do DRIS no solo assume importância no manejo da adubação, pois é mais fácil alterar concentrações de nutrientes no solo, mediante a calagem ou adubação, que alterar suas concentrações foliares.

O valor médio das relações binárias entre as variáveis obtidas na análise do solo, o coeficiente de variação, o desvio padrão para as relações (Normas) e a razão entre variâncias das populações de alta e baixa produtividade, são apresentados na Tabela 13.

Nas normas obtidas em Hidrolândia (Tabela 13), os coeficientes de variação abaixo de 50% foram: CTC/MO (17,02%), MO/CTC (17,64%), Ca/CTC (24,38%), CTC/Ca (25,61%), Mg/CTC (27,45%), CTC/K (31,67%), Ca/MO (31,87%), Mg/MO (32,79%), MO/K (33,06%), Mg/Ca (34,06%), MO/Ca (34,40%), Mn/MO (35,46%), B/CTC (35,55%), Cu/CTC (39,90%), Mn/CTC (41,23%), Cu/Fe (41,93%), Mg/Mn (42,25%), CTC/Fe (42,42%), CTC/Cu (43,30%), Mg/K (43,36%), MO/Fe (43,62%), Cu/K (43,76%), MO/Zn (44,16%), Mn/Mg (44,46%), CTC/Mg (44,49%), Ca/K (44,55%), Ca/Mg (45,33%), Cu/MO (45,92%), B/Cu (46,28%), MO/Mg (47,35%), Zn/Cu (47,44%), CTC/Zn (47,55%), Fe/Cu (48,21%), MO/Cu (48,76%), Mn/Ca (48,80%), CTC/B (48,98%), Mn/Fe (48,99%), Mn/K (49,27%) e Ca/Cu (49,36%).

Nos resultados obtidos na população de alta produtividade (Tabelas 12 e 13) observam-se valores de Ca iguais a $2,62 \text{ cmol dm}^{-3}$ e de Mg igual a cmol dm^{-3} , sendo estes teores considerados adequados conforme faixa de suficiência da Tabela 2. A relação Ca:Mg foi 2,91. Segundo Silva (1980), os melhores rendimentos de matéria seca de milho foram obtidos com a relação 3:1 entre Ca e Mg em solos com 60% e 70 % da CTC saturada com Ca. Entretanto, Quaggio et al. (1985) observaram que o milho respondeu igualmente à aplicação de calcários com diferentes teores de magnésio, tendo concluído, que aparentemente, o milho é pouco sensível às variações na relação Ca:Mg do solo e essas devem afetar a produção apenas se atingirem valores extremos, ou se um dos elementos estiver presente em concentrações muito baixas no solo.

Tabela 13. Normas para as análises de terra utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo ($> 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho, na região de Hidrolândia. Na safra de 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S^2A/S^2B	Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S^2A/S^2B
MO/P	1,137	148,62	11,77	0,90	Ca/CTC	0,417	24,38	0,10	1,30
P/MO	0,880	142,75	1,25	3,51	CTC/Ca	2,397	25,61	0,66	1,96
MO/K	0,039	33,06	0,02	0,99	Ca/Cu	1,885	49,36	1,06	0,72
K/MO	25,653	94,21	23,83	0,18	Cu/Ca	0,531	51,87	0,31	1,70
MO/Ca	1,176	34,40	0,45	1,45	Ca/Fe	0,071	50,89	0,04	1,18
Ca/MO	0,851	31,87	0,27	1,76	Fe/Ca	14,130	82,46	13,21	1,12
MO/Mg	3,422	47,35	1,85	2,22	Ca/Mn	0,084	62,74	0,06	2,36
Mg/MO	0,292	32,79	0,10	1,18	Mn/Ca	11,958	48,80	6,31	1,72
MO/CTC	0,490	17,64	0,09	1,60	Ca/Zn	0,856	58,01	0,61	1,68
CTC/MO	2,039	17,02	0,35	1,66	Zn/Ca	1,168	51,43	0,64	0,91
MO/Cu	2,216	48,76	1,27	0,30	Mg/CTC	0,143	27,45	0,04	1,80
Cu/MO	0,451	45,92	0,22	0,73	CTC/Mg	6,978	44,49	3,51	3,67
MO/Zn	1,007	44,16	0,55	1,49	Mg/Cu	0,647	54,47	0,41	0,31
Zn/MO	0,994	54,39	0,55	1,11	Cu/Mg	1,544	76,68	1,45	1,80
MO/Mn	0,098	63,92	0,08	1,71	Mg/Fe	0,024	54,06	0,02	0,62
Mn/MO	10,172	35,46	3,58	1,19	Fe/Mg	41,133	88,47	44,73	3,07
MO/Fe	0,083	43,62	0,04	0,80	Mg/Mn	0,029	42,25	0,01	1,54
Fe/MO	12,019	74,15	9,22	1,28	Mn/Mg	34,811	44,46	16,38	2,38
P/K	0,034	124,26	0,05	2,01	Mg/Zn	0,294	52,47	0,19	1,27
K/P	29,155	159,84	292,21	1,10	Zn/Mg	3,400	56,30	2,09	4,33
P/Ca	1,034	136,27	1,38	1,21	CTC/Cu	4,518	43,30	2,26	0,36
Ca/P	0,967	157,94	10,21	1,26	Cu/CTC	0,221	39,90	0,09	0,62
P/Mg	3,011	166,32	5,46	9,00	CTC/Fe	0,170	42,42	0,09	1,04
Mg/P	0,332	162,69	3,67	0,78	Fe/CTC	5,895	73,24	4,46	1,00
P/CTC	0,432	134,93	0,56	2,53	CTC/Mn	0,200	65,48	0,16	1,63
CTC/P	2,317	151,88	25,12	0,94	Mn/CTC	4,989	41,23	2,07	1,36
P/Cu	1,950	122,17	2,30	2,62	CTC/Zn	2,052	47,55	1,21	1,74
Cu/P	0,513	167,38	5,96	1,55	Zn/CTC	0,487	50,23	0,25	1,03
P/Fe	0,073	157,24	0,14	1,40	Cu/Zn	0,454	66,31	0,37	1,55
Fe/P	13,661	248,11	295,28	1,77	Zn/Cu	2,201	47,44	1,13	1,24
P/Mn	0,086	163,56	0,16	3,23	Cu/Fe	0,038	41,93	0,02	0,88
Mn/P	11,561	168,25	125,20	0,73	Fe/Cu	26,633	48,21	13,55	1,43
P/Zn	0,886	143,36	1,37	1,47	Cu/Mn	0,044	99,10	0,06	1,53
Zn/P	1,129	145,85	9,05	1,03	Mn/Cu	22,540	55,10	14,66	0,59
K/Ca	30,156	111,51	36,33	0,11	Zn/Fe	0,083	67,24	0,07	1,36
Ca/K	0,033	44,55	0,02	0,42	Fe/Zn	12,098	82,52	13,07	2,13
K/Mg	87,789	104,58	104,97	0,87	Mn/Zn	10,239	59,92	7,30	1,08
Mg/K	0,011	43,36	0,01	0,87	Zn/Mn	0,098	62,36	0,07	1,87
K/CTC	12,581	96,54	11,97	0,13	Fe/Mn	1,182	115,15	1,84	2,28
CTC/K	0,079	31,67	0,03	0,83	Mn/Fe	0,846	48,99	0,50	1,00
K/Cu	56,842	116,02	72,50	0,14	B/Mg	1,544	67,49	1,23	1,13
Cu/K	0,018	43,76	0,01	0,71	Mg/B	0,647	58,37	0,43	1,69
K/Fe	2,134	107,65	2,73	0,16	B/CTC	0,221	35,55	0,08	0,80
Fe/K	0,469	83,71	0,50	0,52	CTC/B	4,518	48,98	2,51	0,49
K/Mn	2,522	104,04	3,24	0,71	B/Cu	1,000	46,28	0,52	1,98
Mn/K	0,397	49,27	0,24	1,04	Cu/B	1,000	53,54	0,60	0,87
K/Zn	25,820	111,40	34,73	0,38	B/Zn	0,453	55,32	0,31	2,23
Zn/K	0,039	63,64	0,03	0,45	Zn/B	2,201	65,24	1,56	0,55
Ca/Mg	2,911	45,33	1,45	5,81	B/P	3,500	158,21	5,53	1,53
Mg/Ca	0,344	34,06	0,12	1,68	P/B	2,12	159,26	3,37	1,11

⁽¹⁾ P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn B expressos em mg dm^{-3} ; Ca, Mg, CTC expressos em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e MO expressa em dag kg^{-1} .

⁽²⁾ Razão de variância (S^2A/S^2B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B);

⁽³⁾ As razões de variâncias em negrito são as selecionadas para o procedimento de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984)

4.5 REGRESSÃO POLINOMIAL NA FOLHA

Foram analisadas as equações polinomiais de primeiro, segundo e terceiro graus e pela análise de variância e valores de r^2 optou-se pelas equações polinomiais de segundo grau. Nas equações polinomiais de segundo grau os valores de r^2 foram, na maioria dos casos, superiores aos das polinomiais de primeiro grau e semelhantes aos das polinomiais do terceiro grau.

Observou-se que para a maioria dos índices DRIS, com exceção do K, para os procedimentos Beaufils (1973), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992), houve uma relação significativa com as respectivas concentrações de nutrientes (Tabela 14), Isso mostra que o índice DRIS foi dependente da concentração do nutriente na folha.

Tabela 14. Equações de regressão polinomiais quadráticas entre índices DRIS e a concentração foliar e r^2 dos nutrientes na cultura do milho (*Zea mays* L.) em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004. Conforme os procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992).

Variável	Procedimento	Equação polinomial do 2º grau	r^2
N	Beaufils	$Y = 4,126884 + 0,059356x - 0,000562**x^2$	0,41
	Elwali & Gascho	$Y = 4,094247 + 0,057434x - 0,000547**x^2$	0,14
	Jones	$Y = 4,501693 + 0,077909x + 0,001256**x^2$	0,61
	Jones Invertido	$Y = 3,998842 + 0,074655x - 0,000780**x^2$	0,48
	Alvarez & Leite	$Y = 4,361839 + 0,065037x - 0,000680**x^2$	0,57
P	Beaufils	$Y = 0,397258 + 0,011437x - 0,000129**x^2$	0,65
	Elwali & Gascho	$Y = 0,376840 + 0,015746x + 0,000194**x^2$	0,34
	Jones	$Y = 0,448680 + 0,011157x - 0,000019**x^2$	0,61
	Jones Invertido	$Y = 0,370916 + 0,012382x - 0,000134**x^2$	0,68
	Alvarez & Leite	$Y = 0,415992 + 0,011798x - 0,000169**x^2$	0,65
K	Beaufils	$Y = 1,834042 + 0,000553x + 0,000000^{ns}x^2$	0,04
	Elwali & Gascho	$Y = 1,851924 + 0,010246x - 0,000015**x^2$	0,28
	Jones	$Y = 1,960836 + 0,036361x + 0,000701**x^2$	0,55
	Jones Invertido	$Y = 1,828022 + 0,000568x + 0,000000^{ns}x^2$	0,04
	Alvarez & Leite	$Y = 1,826703 + 0,001083x - 0,000002^{ns}x^2$	0,04
Ca	Beaufils	$Y = 0,438090 + 0,012028x - 0,000112**x^2$	0,67
	Elwali & Gascho	$Y = 0,422071 + 0,017824x - 0,000190**x^2$	0,39
	Jones	$Y = 0,446750 + 0,014193x + 0,000183**x^2$	0,73
	Jones Invertido	$Y = 0,403351 + 0,013558x - 0,000124**x^2$	0,71
	Alvarez & Leite	$Y = 0,436177 + 0,013306x - 0,000151**x^2$	0,69
Mg	Beaufils	$Y = 0,237718 + 0,003702x - 0,000024**x^2$	0,46
	Elwali & Gascho	$Y = 0,238855 + 0,004420x - 0,000040**x^2$	0,30
	Jones	$Y = 0,245261 + 0,007442x + 0,000118**x^2$	0,61
	Jones Invertido	$Y = 0,227320 + 0,005216x - 0,000046**x^2$	0,53
	Alvarez & Leite	$Y = 0,236751 + 0,004607x - 0,000010**x^2$	0,50
S	Beaufils	$Y = 0,217624 + 0,005839x + 0,000040**x^2$	0,66
	Elwali & Gascho	$Y = 0,222629 + 0,003495x + 0,000008**x^2$	0,24
	Jones	$Y = 0,223672 + 0,006832x + 0,000049**x^2$	0,75
	Jones Invertido	$Y = 0,178821 + 0,005873x - 0,000027**x^2$	0,45
	Alvarez & Leite	$Y = 0,194176 + 0,006887x + 0,000064**x^2$	0,65

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Variável	Procedimento	Equação polinomial do 2º grau	r ²
Cu	Beaufils	$Y = 10,972433 + 0,178357x + 0,001250^{**}x^2$	0,94
	Elwali & Gascho	$Y = 11,173268 + 0,013768x + 0,002405^{**}x^2$	0,92
	Jones	$Y = 12,481505 + 0,545003x + 0,006967^{**}x^2$	0,96
	Jones Invertido	$Y = 10,846409 + 0,181969x + 0,000783^{**}x^2$	0,95
	Alvarez & Leite	$Y = 11,273181 + 0,280067x + 0,001717^{**}x^2$	0,95
Fe	Beaufils	$Y = 335,723294 + 6,496988x + 0,023795^{**}x^2$	0,56
	Elwali & Gascho	$Y = 347,652874 + 4,623147x + 0,012996^{**}x^2$	0,18
	Jones	$Y = 357,912179 + 12,732182x + 0,073439^{**}x^2$	0,83
	Jones Invertido	$Y = 307,791198 + 7,723524x - 0,012206^{**}x^2$	0,52
	Alvarez & Leite	$Y = 320,576990 + 10,009930x + 0,061376^{**}x^2$	0,68
Mn	Beaufils	$Y = 84,592004 + 2,314815x + 0,004073^{**}x^2$	0,77
	Elwali & Gascho	$Y = 86,643351 + 2,159797x + 0,003903^{**}x^2$	0,25
	Jones	$Y = 86,842620 + 2,049052x + 0,003101^{**}x^2$	0,76
	Jones Invertido	$Y = 58,210866 + 6,139443x + 0,057199^{**}x^2$	0,87
	Alvarez & Leite	$Y = 79,925968 + 3,173630x + 0,008285^{**}x^2$	0,80
Zn	Beaufils	$Y = 18,888176 + 0,164555x + 0,010097^{**}x^2$	0,23
	Elwali & Gascho	$Y = 19,462845 + 0,059663x + 0,000492^{ns}x^2$	0,01
	Jones	$Y = 19,148297 + 0,266675x + 0,014099^{**}x^2$	0,33
	Jones Invertido	$Y = 18,918649 + 0,200415x - 0,002136^{**}x^2$	0,16
	Alvarez & Leite	$Y = 19,188940 + 0,160084x + 0,000921^{**}x^2$	0,16
B	Beaufils	$Y = 63,560657 + 0,103745x + 0,000075^{**}x^2$	0,73
	Elwali & Gascho	$Y = 45,063300 + 0,412401x + 0,000644^{**}x^2$	0,13
	Jones	$Y = 64,366260 + 0,105027x + 0,000075^{**}x^2$	0,73
	Jones Invertido	$Y = 42,320219 + 1,419464x - 0,005517^{**}x^2$	0,75
	Alvarez & Leite	$Y = 62,920799 + 0,204900x + 0,000295^{**}x^2$	0,74

Na maioria dos casos, o valor r^2 foi semelhante para os cinco métodos de cálculo das funções. O método de Elwali & Gascho (1984) apresentou menor r^2 para todos os nutrientes (Tabela 14). Dados esses em conformidades com os encontrados por Hoogerheide (2005) na soja, que comenta que isso ocorre, provavelmente, devido o método de Elwali & Gascho (1984) considerar no cálculo das funções o desvio padrão da norma, isto proporciona a este método menos ajustes que os demais.

A melhor relação entre os índices DRIS e a concentração foliar dos nutrientes foi observada para o Cu, em que os coeficientes de determinação foram superiores a 90% nos cinco métodos. Para o P, Ca, Mn e B observou-se uma relação superior a 60% entre os índices DRIS e a concentração de nutrientes nas folhas, com exceção do método Elwali & Gascho (1984). Este evento sugere uma maior dependência destes índices DRIS com a concentração foliar (Tabela 14).

O procedimento de Jones (1981) é o que apresenta os maiores valores de r^2 e o de Elwali & Gascho (1984) o que apresenta os menores valores. Leandro (1998), conduzindo pesquisa com soja obteve maior precisão no diagnóstico de desordens nutricionais pelo método proposto por Beaufils (1973).

Na Tabela 15 são apresentados dados dos interceptos da equação de regressão

obtidos entre os índices DRIS dos nutrientes e suas respectivas concentrações na análise foliar. Observa-se uma concordância dos valores dos interceptos das variáveis P, N, K, Mg, S, Cu e Zn nos cinco métodos DRIS desenvolvidos.

Tabela 15. Níveis de suficiência¹ obtidos por regressão polinomial quadrática entre os Índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise foliar de plantas de milho (*Zea mays* L.) determinados por diferentes procedimentos. Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.

Procedimentos de cálculos dos índices DRIS	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Beaufils	4,13	0,40	-	0,44	0,24	0,22	10,97	335,72	84,59	18,89	63,56
Elwali & Gascho	4,09	0,38	1,85	0,42	0,24	0,22	11,17	347,65	86,64	-	45,06
Jones	4,50	0,45	1,96	0,45	0,24	0,22	12,48	357,91	86,84	19,15	64,37
Jones invertido	4,00	0,37	-	0,40	0,23	0,18	10,85	307,79	58,21	18,92	42,32
Alvarez & Leite	4,36	0,42	1,83	0,44	0,24	0,19	11,27	320,58	79,93	19,19	62,92
Nível de Suficiência ²	2,75	0,30	1,75	0,25	0,25	0,15	6,00	50,00	50,00	15,00	15,00

¹Ausência de valores representa falta de ajuste na equação de regressão.

² Índice inferior da faixa apresentada por Malavolta et al. (1997)

Comparando-se os valores dos índices DRIS obtidos no diferentes procedimentos de cálculos, observa-se que Mg, S, K, Mn, Cu e Zn estão dentro da faixa de suficiência proposta por Malavolta et al. (1997) (Tabelas 1 e 15). É oportuno realçar que estes valores coincidentes com os da faixa de interpretação foram obtidos em um único município do Estado de Goiás. A faixa de interpretação, geralmente, é ajustada a partir de muitos experimentos de campo e de casa de vegetação que, geralmente, necessitam de muito tempo e volumosos recursos. Contrapõem-se aos dados obtidos no presente trabalho que considerou apenas uma safra agrícola. Tais resultados enfatizam a potencialidade da utilização do DRIS para obtenção de níveis de suficiência.

4.6 REGRESSÃO POLINOMIAL NO SOLO

Observando equações de primeiro, segundo e terceiro grau, com relação a significância pelo método F e os valores de r^2 , optou-se em adotar as equações quadráticas. Nas equações quadráticas, os valores de r^2 foram, na maioria dos casos, superiores aos das equações lineares e semelhantes aos das equações cúbicas.

Observou-se que para a maioria dos índices, houve uma relação significativa com as respectivas concentrações de nutrientes (Tabela 16), mostrando que o índice DRIS foi dependente dos nutrientes no solo.

Tabela 16. Equações de regressão polinomial quadrática entre índices DRIS e a concentração dos nutrientes na análise de solo na profundidade de 0-20 cm, na cultura do milho (*Zea mays* L.), em Hidrolândia, Goiás. Safras 2003/2004. Conforme os procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992).

Variável	Método	Equação Polinomial Quadrática	R ²
P	Beaufils	$Y = 1,737301 + 0,027599x + 0,000078**x^2$	0,89
	Elwali & Gascho	$Y = 0,232140 + 0,737879x + 0,002275**x^2$	0,92
	Jones	$Y = 3,952425 + 0,049318x + 0,000097**x^2$	0,49
	Jones Invertido	$Y = 0,570285 + 0,058840x - 0,000004**x^2$	0,95
	Alvarez & Leite	$Y = 2,099898 + 0,044389x + 0,000159**x^2$	0,86
MO	Beaufils	$Y = 3,038175 + 0,006800x - 0,000002**x^2$	0,06
	Elwali & Gascho	$Y = 3,079515 + 0,041955x - 0,010639**x^2$	0,13
	Jones	$Y = 3,027998 + 0,002732x - 0,000048^{ns}x^2$	0,04
	Jones Invertido	$Y = 2,968138 + 0,020593x - 0,000932**x^2$	0,01
	Alvarez & Leite	$Y = 3,020897 + 0,005383x - 0,000162**x^2$	0,06
K	Beaufils	$Y = 83,645585 + 4,058364x + 0,111728**x^2$	0,89
	Elwali & Gascho	$Y = 97,512215 + 15,248485x + 0,759311**x^2$	0,07
	Jones	$Y = 83,645585 + 4,058364x + 0,111728**x^2$	0,89
	Jones Invertido	$Y = 63,537417 + 0,906536x + 0,025734**x^2$	0,82
	Alvarez & Leite	$Y = 68,65064 + 1,748792x + 0,046549**x^2$	0,84
Ca	Beaufils	$Y = 2,626041 + 0,059909x + 0,000835**x^2$	0,41
	Elwali & Gascho	$Y = 2,621544 + 0,194982x - 0,009469**x^2$	0,33
	Jones	$Y = 2,856994 + 0,072182x + 0,001083**x^2$	0,47
	Jones Invertido	$Y = 2,324633 + 0,052490x - 0,000509**x^2$	0,4
	Alvarez & Leite	$Y = 2,542943 + 0,048783x + 0,000207**x^2$	0,42
Mg	Beaufils	$Y = 0,791318 + 0,002525x - 0,000004**x^2$	0,14
	Elwali & Gascho	$Y = 0,841667 + -0,071130x + 0,000000^{ns}x^2$	0,01
	Jones	$Y = 1,005898 + 0,018090x + 0,000098**x^2$	0,67
	Jones Invertido	$Y = 0,791318 + 0,002525x - 0,000004**x^2$	0,14
	Alvarez & Leite	$Y = 0,829332 + 0,004576x - 0,000013**x^2$	0,29
S	Beaufils	$Y = 6,464158 + 0,16516x + 0,001191**x^2$	0,72
	Elwali & Gascho	$Y = 4,632728 + 1,174513x + -0,03788**x^2$	0,54
	Jones	$Y = 6,820029 + 0,222673x + 0,002521**x^2$	0,76
	Jones Invertido	$Y = 4,460176 + 0,204056x + -0,00131**x^2$	0,66
	Alvarez & Leite	$Y = 5,805595 + 0,17021x + -0,00047**x^2$	0,68
CTC	Beaufils	$Y = 6,188962 + 0,020991x + 0,000465^{ns}x^2$	0,02
	Elwali & Gascho	$Y = 6,380083 + 0,079490x - 0,031995**x^2$	0,17
	Jones	$Y = 6,301340 + 0,062149x + 0,001803**x^2$	0,09
	Jones Invertido	$Y = 6,059175 + 0,036197x + 0,000618**x^2$	0,06
	Alvarez & Leite	$Y = 6,116533 + 0,047830x + 0,002313**x^2$	0,07
Cu	Beaufils	$Y = 1,398535 + 0,025684x - 0,000004**x^2$	0,45
	Elwali & Gascho	$Y = 1,321937 + 0,020319x + 0,000946**x^2$	0,26
	Jones	$Y = 1,524463 + 0,034931x + 0,000476**x^2$	0,5
	Jones Invertido	$Y = 1,224587 + 0,035568x - 0,000429**x^2$	0,52
	Alvarez & Leite	$Y = 1,393271 + 0,025838x - 0,000189**x^2$	0,48
Fe	Beaufils	$Y = 39,233326 + 1,603744x + 0,033379**x^2$	0,84
	Elwali & Gascho	$Y = 32,916413 + 12,933375x + 1,630003**x^2$	0,76
	Jones	$Y = 40,051704 + 1,660889x + 0,034061**x^2$	0,84
	Jones Invertido	$Y = 29,832287 + 0,496591x + 0,001935**x^2$	0,84
	Alvarez & Leite	$Y = 33,22142 + 0,675171x + 0,005831**x^2$	0,84

Continua...

Tabela 16. Continuação...

Variável	Método	Equação Polinomial Quadrática	R ²
Mn	Beaufils	$Y = 34,206689 + 0,866271x + 0,007224**x^2$	0,67
	Elwali & Gascho	$Y = 35,268132 + 1,727332x + 0,020098**x^2$	0,56
	Jones	$Y = 35,323721 + 0,733980x + 0,004772**x^2$	0,66
	Jones Invertido	$Y = 27,103852 + 0,736152x - 0,003932**x^2$	0,57
	Alvarez & Leite	$Y = 30,83141 + 0,713376x + 0,004880**x^2$	0,64
Zn	Beaufils	$Y = 2,890624 + 0,096268x + 0,001296**x^2$	0,76
	Elwali & Gascho	$Y = 2,886506 + 0,358573x - 0,001483**x^2$	0,6
	Jones	$Y = 3,474126 + 0,125239x + 0,001731**x^2$	0,76
	Jones Invertido	$Y = 2,290786 + 0,081250x + 0,000747**x^2$	0,66
	Alvarez & Leite	$Y = 2,787889 + 0,095957x + 0,001378**x^2$	0,73
B	Beaufils	$Y = 1,307337 + 0,032533x + 0,000319**x^2$	0,49
	Elwali & Gascho	$Y = 1,292154 + 0,132159x - 0,00841**x^2$	0,13
	Jones	$Y = 1,482825 + 0,03026x + 0,000263**x^2$	0,43
	Jones Invertido	$Y = 1,220263 + 0,027718x - 0,00033**x^2$	0,39
	Alvarez & Leite	$Y = 1,3103 + 0,028112x + 0,000148**x^2$	0,48

(*) valor significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; (**) valor significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; (^{ns}) valor não significativo pelo teste F.

Na maioria dos casos, o valor de r^2 foi semelhante entre os diferentes métodos, com exceção do método proposto por Elwali & Gascho (1984), que, para a maioria dos nutrientes, tendeu a mostrar uma relação mais baixa (Tabela 16).

As melhores relações entre os índices DRIS e a concentração de nutrientes no solo foram observados para o P e o K, em que os coeficientes foram superiores a 80%, com exceção de P e K nos métodos propostos por Jones (1981) e por Elwali & Gascho (1984), respectivamente. O Fe e o Zn tiveram coeficientes superiores a 60% em todos os métodos DRIS.

O método de Beaufils (1973) é o que apresenta os maiores de r^2 , e o proposto por Elwali & Gascho (1984) é o que apresenta os menores valores para a maioria dos nutrientes (K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B) (Tabela 16).

Ao comparar os valores de r^2 entre as mesmas variáveis e métodos estudados, observa-se que os valores de r^2 foram maiores para os teores foliares de Ca, Mg, Cu, Mn e B (Tabela 14) quando comparado aos obtidos na análise de solo (Tabela 16). Contrariamente, os maiores valores de r^2 foram obtidos na análise de solo para os nutrientes P, K, S, Fe e Zn (Tabela 16) quando comparado à análise foliar para essas mesmas variáveis (Tabela 14).

Os valores dos interceptos para MO e Fe, calculados a partir dos dados dos vários métodos são similares entre si e similares ao nível crítico. O Zn, Mn, B e Cu

apresentaram valores superiores aos dos níveis críticos. Os valores de P e CTC são menores nos níveis críticos que nos valores dos interceptos das equações. O K, Ca, Mg e S apresentam valores acima dos níveis críticos, porém se mantêm dentro da faixa de suficiência (Tabela 17).

No caso do P, os teores expressos nos interceptos das equações são baixos, se comparados com o nível crítico deste nutriente para os solos do Cerrado (Tabelas 2 e 17). Tais dados ratificam os obtidos na análise foliar e os encontrados por Almeida Neto & Brasil Sobrinho (1977) e Lopes (1984b), caracterizando o fósforo como um dos nutrientes mais limitantes em solos de cerrado.

A aplicação de $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ em semeadura não garantiu a presença do P análises de solo, impossibilitado que as equações apresentassem teores elevados deste nutriente nos interceptos das equações.

O Ca, Mg e Fe apresentaram teores superiores aos dos níveis críticos (Tabelas 2 e 17). Isso foi devido à correção dos solos com calcário, que é uma prática habitual na agricultura nos Cerrados. Os teores elevados de Fe se justificam pela constituição mineralógica dos solos de Cerrado, originários, predominantemente, a partir de óxidos de ferro e de alumínio.

Devido ao baixo teor de Zn nos solos de Cerrado, a adubação de semeadura com este nutriente tornou-se uma prática habitual. Com isso, ao longo das safras, haverá acúmulo de Zn no solo. A Tabela 7, mostra 82,7% e 94% das glebas com teores adequados de Mg e Ca, respectivamente, e o Zn com 18,7% na classe adequada e 80,5% na classe excessiva.

Tabela 17. Níveis críticos de suficiência¹ obtidos por regressão polinomial quadrática entre os Índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise de solo, calculados por diferentes procedimentos. Hidrolândia, GO. Safra 2003/2004.

Procedimento de cálculos dos índices DRIS	MO g dm ⁻¹	P mg dm ⁻³ ...	K	Ca	Mg	CTC	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
			cmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³			
Beaufils	3,04	1,74	83,65	2,63	0,79	-	6,46	1,40	39,23	34,21	2,89	1,31
Elwali & Gascho	3,08	0,23	97,51	2,62	-	6,38	4,63	1,32	32,92	35,27	2,89	1,29
Jones	-	3,95	83,65	2,86	1,01	6,30	6,82	1,52	40,05	35,32	3,47	1,48
Jones Invertido	2,97	0,57	63,54	2,32	0,79	6,06	4,46	1,22	29,83	27,10	2,29	1,22
Alvarez & Leite	3,02	2,10	68,65	2,54	0,83	6,12	5,81	1,39	33,22	30,83	2,79	1,31
² Nível crítico	3,00	8,00	50,00	1,50	0,50	9,00	4,00	0,40	30,00	1,90	1,00	0,30

Ausência de valores representa falta de ajuste na equação de regressão.

²Conforme índice inferior da faixa de suficiência da Tabela 2.

4.7 INTERPRETAÇÃO DOS ÍNDICES DRIS

Observa-se, na Tabela 18, que os índices médios de nutrientes variaram entre -9 e +6, exceto para B, com valores muito negativos, indicando deficiências, e para K, com valores altos, indicando excesso.

As amplitudes foram altas, destacando-se os valores de Fe (-142 a 80), Mn (-531 a 52) e B (-1322 a 37) e Cu (-24 a 219) no procedimento de Beaufils (1973); Mn (-512 a 0) e B (-655 a 31) no procedimento de Elwali & Gascho (1984); Mn (-618 a 55) e B (-1329 a 19) no procedimento de Jones (1981); K (-23 a 1357) no procedimento de Jones Invertido (Jones, 1981); K (-26 a 683), Cu (-22 a 173), Mn (-358 a 42) e B (-657 a 28) no procedimento de Alvarez & Leite (1992).

A interpretação dos índices, pela média, não é um parâmetro adequado, pois as análises apresentaram uma alta amplitude entre valores máximos e mínimos, o que distorce as informações nos valores médios.

Tabela 18. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para os índices DRIS¹ dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise foliar da cultura de milho, (*Zea mays* L.), em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável / Índice	Mín	Máx	Méd	Teste W
Procedimento de Beaufils (1973)				
N	-26	75	1	0,53
P	-18	75	2	1,85
K	-24	1.347	509	13,19
Ca	-23	87	1	1,20
Mg	-43	79	1	0,87
S	-104	32	-3	-2,32
Cu	-24	219	3	1,51
Fe	-142	80	-1	-0,76
Mn	-531	52	-5	-1,32
Zn	-27	23	0	0,21
B	-1.322	37	-507	-12,87
Procedimento de Jones (1981)				
N	-30	14	-9	-9,28
P	-21	30	-4	-5,42
K	-28	22	-3	-4,17
Ca	-23	26	-2	-2,19
Mg	-44	13	-2	-3,05
S	-115	19	-4	-2,89
Cu	-17	86	-2	-2,51
				Continua...

Tabela 18. Continuação...

Variável / Índice	Mín	Máx	Méd	Teste W
Fe	-146	19	-3	-2,42
Mn	-618	55	-7	-1,55
Zn	-27	21	-1	-1,95
B	-1.329	19	-514	-13,07
Procedimento de Jones Invertido (Jones, 1981)				
N	-22	76	2	2,37
P	-15	78	4	4,11
K	-23	1357	516	13,43
Ca	-19	90	4	3,71
Mg	-33	81	3	3,29
S	-39	36	6	7,35
Cu	-27	259	4	1,79
Fe	-72	82	4	3,74
Mn	-98	29	3	3,20
Zn	-12	69	4	4,66
B	-18	38	3	2,75
Procedimento de Elwali & Gascho (1984)				
N	-27	71	1	1,98
P	-11	72	3	3,77
K	-7	653	32	2,78
Ca	-16	82	2	2,17
Mg	-36	78	0	0,49
S	-90	36	-4	-3,63
Cu	0	200	4	2,64
Fe	-130	70	-3	-2,19
Mn	-512	0	-7	-1,75
Zn	-28	15	-1	-2,92
B	-655	31	-29	-2,52
Procedimento de Alvarez & Leite (1992)				
N	-26	43	-3	-3,92
P	-17	45	0	0,06
K	-26	683	257	13,32
Ca	-21	52	1	1,33
Mg	-38	46	0	0,40
S	-77	20	1	0,61
Cu	-22	173	1	0,66
Fe	-109	51	0	0,23
Mn	-358	42	-2	-0,82
Zn	-16	37	1	1,94
B	-657	28	-255	-12,73
DMJ	-60	13	-3	-3,82

Os maiores índices médios obtidos a partir da análise de terra foram observados para Mg, nos procedimentos de Beaufigs (1973) e Jones Invertido (Jones, 1981); P no procedimento de Jones (1981). Os menores índices foram observados para P e Mg, no procedimento de Jones (1981) (Tabela 19).

De maneira geral, foram observadas altas amplitudes nos índices. Destacaram-se o P e o Mg em todos os procedimentos, com exceção no procedimento de Elwali & Gascho (1984). As altas amplitudes entre os valores máximos e mínimos nos índices, semelhante ao que ocorreu com as folhas, prejudica a interpretação pelos índices médios (Tabela 19).

Tabela 19. Valores máximos, mínimos, médias, coeficientes de variação (CV) e teste W para os índices DRIS de MO e CTC e dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, obtidos pela análise de solo com a cultura de milho (*Zea mays* L.), em Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável / Índice	Mín	Máx	Méd	Teste W
Procedimento de Beaufils (1973)				
MO	-120	15	-6	-4,03
P	-315	437	6	0,61
K	-37	70	-5	-5,88
Ca	-38	20	-2	-2,41
Mg	-149	292	30	4,74
CTC	-37	13	-4	-4,28
S	-65	50	-4	-2,38
Cu	-31	33	0	0,16
Fe	-45	60	-5	-3,87
Mn	-80	19	-8	-4,88
Zn	-50	55	-2	-1,89
B	-69	26	1	1,06
Procedimento de Jones (1981)				
MO	-112	14	-7	-4,67
P	-582	167	-65	-5,55
K	-37	70	-5	-5,88
Ca	-46	16	-6	-6,22
Mg	-151	18	-14	-6,16
CTC	-41	10	-7	-7,32
S	-64	32	-6	-4,17
Cu	-49	19	-6	-5,68
Fe	-47	59	-5	-4,36
Mn	-99	19	-11	-5,52
Zn	-61	41	-8	-6,38
B	-80	21	-5	-4,18
Procedimento de Jones Invertido (Jones, 1981)				
MO	-11	40	8	10,17
P	-33	409	40	6,65
K	-22	162	4	2,56
Ca	-21	46	7	6,48
Mg	-149	292	30	4,74
CTC	-15	21	2	3,77
S	-17	108	13	6,83
Cu	-22	61	9	6,49

Continua...

Tabela 19. Continuação...

Variável / Índice	Mín	Máx	Méd	Teste W
Fe	-20	241	14	5,03
Mn	-35	44	5	4,74
Zn	-24	63	6	5,26
B	-31	48	9	8,03
Procedimento de Elwali & Gascho (1984)				
MO	-8	9	0	-0,63
P	0	29	4	7,97
K	-18	0	-2	-7,56
Ca	-9	10	0	0,77
Mg	0	5	0	1,00
CTC	-7	8	0	-2,03
S	0	25	2	5,62
Cu	-25	23	0	0,56
Fe	-7	9	0	2,14
Mn	-72	0	-5	-4,55
Zn	-7	24	0	0,66
B	0	14	1	5,69
Procedimento de Alvarez & Leite (1992)				
MO	-64	22	0	-0,45
P	-307	288	-12	-1,54
K	-27	116	-1	-0,43
Ca	-30	31	0	0,39
Mg	-150	148	8	2,06
CTC	-24	15	-2	-3,29
S	-40	70	4	2,29
Cu	-32	40	2	1,46
Fe	-30	150	4	2,18
Mn	-67	31	-3	-1,95
Zn	-43	52	-1	-1,00
B	-56	34	2	2,01

As faixas de interpretação para Mg, S, Cu e Mn de todos os procedimentos DRIS foram semelhantes aos dos critérios de interpretação propostos por Malavolta et al. (1997). Os valores para N, P, Ca B e Zn, em todos os procedimentos de cálculo DRIS, foram superiores aos propostos por Malavolta et al. (1997) (Tabelas 1 e 20).

Observa-se, a partir da análise de solo, que MO, Ca, Mg e S estão dentro da faixa de suficiência da extraída de Souza & Lobato (2004). O P e CTC estão abaixo, e todos os micronutrientes (Mn, Zn, Cu, Fe e B) estão acima dos apresentados nas Tabelas 2 e 21.

Há uma semelhança entre os vários procedimentos de cálculo DRIS para MO, Ca, Mg, S e Cu. Para o P os procedimentos de Beaufils (1973) se assemelham aos de Alvarez & Leite (1992), enquanto que para K, CTC e Fe há concordância de Beaufils (1973) com Jones (1981) (Tabela 21).

Tabela 20. Faixas de suficiência obtidas por regressão polinomial de 2º grau entre os índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise foliar, para a cultura do milho (*Zea mays* L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m). Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

	Faixas de Suficiência obtidas pelo DRIS														
Variável	Beaufils			Elwali & Gascho			Jones			Jones Invertido			Alvarez & Leite		
	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto
N (dag kg ⁻¹)	< 4,13	4,13 a 4,99	> 4,99	< 4,09	4,09 a 4,95	> 4,95	< 4,50	4,50 a 5,36	> 5,36	< 4,00	4,00 a 4,86	> 4,86	< 4,36	4,36 a 5,22	> 5,22
P (dag kg ⁻¹)	< 0,40	0,40 a 0,51	> 0,51	< 0,38	0,38 a 0,49	> 0,49	< 0,45	0,45 a 0,56	> 0,56	< 0,37	0,37 a 0,48	> 0,48	< 0,42	0,42 a 0,53	> 0,53
K (dag kg ⁻¹)	-	-	-	< 1,85	1,85 a 2,24	> 2,24	< 1,96	1,96 a 2,35	> 2,35	-	-	-	< 1,83	1,83 a 2,22	> 2,22
Ca (dag kg ⁻¹)	< 0,44	0,44 a 0,57	> 0,57	< 0,42	0,42 a 0,55	> 0,55	< 0,45	0,45 a 0,58	> 0,58	< 0,40	0,40 a 0,53	> 0,53	< 0,44	0,44 a 0,57	> 0,57
Mg (dag kg ⁻¹)	< 0,24	0,24 a 0,31	> 0,31	< 0,24	0,24 a 0,31	> 0,31	< 0,24	0,24 a 0,31	> 0,31	< 0,23	0,23 a 0,30	> 0,30	< 0,24	0,24 a 0,31	> 0,31
S (dag kg ⁻¹)	< 0,22	0,22 a 0,30	> 0,30	< 0,22	0,22 a 0,30	> 0,30	< 0,22	0,22 a 0,3	> 0,30	< 0,18	0,18 a 0,26	> 0,26	< 0,19	0,19 a 0,27	> 0,27
Cu (mg kg ⁻¹)	< 11	11 a 21	> 21	< 11	11 a 21	> 21	< 12	12 a 23	> 23	< 11	11 a 21	> 21	< 11	11 a 21	> 21
Fe (mg kg ⁻¹)	< 336	336 a 478	> 478	< 348	348 a 490	> 490	< 358	358 a 501	> 501	< 308	308 a 451	> 451	< 321	321 a 463	> 463
Mn (mg kg ⁻¹)	< 85	85 a 114	> 114	< 87	87 a 116	> 116	< 87	87 a 116	> 116	< 58	58 a 87	> 87	< 80	80 a 109	> 109
Zn (mg kg ⁻¹)	< 19	19 a 22	> 22	-	-	-	< 19	19 a 22	> 22	< 19	19 a 22	> 22	< 19	19 a 22	> 22
B (mg kg ⁻¹)	< 64	64 a 84	> 84	< 45	45 a 65	> 65	< 64	64a 84	> 85	< 42	42 a 63	> 63	< 63	63 a 83	> 83

Obs: Ausência de valores representa falta de ajuste na equação de regressão.

Tabela 21. Faixas de suficiência obtidos por regressão polinomial de 2º grau entre os índices DRIS das variáveis e suas respectivas concentrações, na análise de solo, para a cultura do milho (*Zea mays* L.) semeado em espaçamento reduzido. Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Variável	Faixas de Suficiência obtidas pelo DRIS														
	Beaufils			Elwali & Gascho			Jones			Jones Invertido			Alvarez & Leite		
	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto	Baixo	Adequado	Alto
MO (dag dm ⁻³)	< 3,0	3,0 a 3,5	> 3,5	< 3,1	3,1 a 3,6	> 3,6	-	-	-	< 3,0	3,0 a 3,5	> 3,5	< 3,0	3,0 a 3,5	> 3,5
P Mehl (mg dm ⁻³)	< 1,7	1,7 a 5,6	> 5,6	< 0,2	0,2 a 4,1	> 4,1	< 4,0	4,0 a 7,8	> 7,8	< 0,6	0,6 a 4,4	> 4,4	< 2,1	2,1 a 6,0	> 6,0
K (mg dm ⁻³)	< 84	84 a 175	> 175	< 98	98 a 189	> 189	< 84	84 a 175	> 175	< 64	64 a 155	> 155	< 69	69 a 160	> 160
Ca (cmol _c dm ⁻³)	< 2,6	2,6 a 3,5	> 3,5	< 2,6	2,6 a 3,5	> 3,5	< 2,9	2,9 a 3,7	> 3,7	< 2,3	2,3 a 3,2	> 3,2	< 2,5	2,5 a 3,4	> 3,4
Mg (cmol _c dm ⁻³)	< 0,8	0,8 a 1,1	> 1,1	-	-	-	< 1,0	1,0 a 1,3	> 1,3	< 0,8	0,8 a 1,1	> 1,1	< 0,8	0,8 a 1,1	> 1,1
S (mg dm ⁻³)	-	-	-	< 6,4	6,4 a 7,4	> 7,4	< 6,3	6,3 a 7,3	> 7,3	< 6,1	6,1 a 7,1	> 7,1	< 6,1	6,1 a 7,1	> 7,1
CTC (cmoldm ⁻³)	< 6,5	6,5 a 9,6	> 9,6	< 4,6	4,6 a 7,8	> 7,8	< 6,8	6,8 a 10,0	> 10,0	< 4,5	4,5 a 7,6	> 7,6	< 5,8	5,8 a 8,9	> 8,9
Cu (mg dm ⁻³)	< 1,4	1,4 a 1,9	> 1,9	< 1,3	1,3 a 1,8	> 1,8	< 1,5	1,5 a 2,0	> 2,0	< 1,2	1,2 a 1,7	> 1,7	< 1,4	1,4 a 1,9	> 1,9
Fe (mg dm ⁻³)	< 39	39 a 66	> 66	< 33	33 a 60	> 60	< 40	40 a 67	> 67	< 30	30 a 56	> 56	< 33	33 a 60	> 60
Mn (mg dm ⁻³)	< 34	34 a 46	> 46	< 35	35 a 47	> 47	< 35	35 a 47	> 47	< 27	27 a 39	> 39	< 31	31 a 43	> 43
Zn (mg dm ⁻³)	< 2,9	2,9 a 4,5	> 4,5	< 2,9	2,9 a 4,5	> 4,5	< 3,5	3,5 a 5,1	> 5,1	< 2,3	2,3 a 3,9	> 3,9	< 2,8	2,8 a 4,4	> 4,4
B (mg dm ⁻³)	< 1,3	1,3 a 1,7	> 1,7	< 1,3	1,3 a 1,7	> 1,7	< 1,5	1,5 a 1,9	> 1,9	< 1,2	1,2 a 1,7	> 1,7	< 1,3	1,3 a 1,7	> 1,7

Obs: Ausência de valores nas células representa a falta de ajuste na equação de regressão polinomial.

Os métodos de interpretação apresentaram diferentes proporções de desordens nutricionais. A amostragem foliar, as ocorrências de deficiência seguiram a seguinte ordem FS DRIS > DRIS M > FSC > PRA > 1ª e 2ª ordens. Para solo FSDRIS > DRIS M > FS. Estes procedimentos foram superiores ao PRA e à 1ª e 2ª ordens (Tabela 22).

Os procedimentos PRA e 1ª e 2ª ordens foram eficientes para diminuir o número de indicações de deficiências. Tais artifícios são empregados para procurar minimizar os diagnósticos de falsas deficiências muito comuns no emprego do DRIS. O inconveniente de tal artifício é do erro da falsa suficiência. O erro implicaria em menor produtividade pela diminuição das doses dos nutrientes.

Justifica-se o uso do método 1ª e 2ª ordens porque, na interpretação da ordem de limitação total (soma de todos os nutrientes com valores negativos), em algumas situações, são consideradas deficientes as variáveis negativas muito próximas ao estado de equilíbrio nutricional (índices iguais a zero), o que pode provocar distorções na interpretação (Leandro, 1998). Para Kelling & Schulte (1986) a faixa de melhor balanço nutricional situa-se no intervalo de -15 a +15, enquanto para Escano et al. (1981) está entre -1,0 e +1,5 e para Soltanpour et al. (1995), de -7 a +7. Diante destas sugestões controversas, optou-se por utilizar a soma dos nutrientes mais frequentes em 1ª e 2ª ordens de limitação, pois no presente trabalho os valores médios das variáveis de primeira ordem obtidos pelos procedimentos de Beaufils (1973), Elwali & Gascho (1984), Jones (1981), Jones Invertido (Jones, 1981) e Alvarez & Leite (1992) foram de -504,99, -45,66, -509,66, -12,13 e -267,49, respectivamente, com média de -267,98; os valores médios de segunda ordem para estes mesmos procedimentos foram: -17,81, -4,11, -22,35, -5,63 e -4,71, respectivamente, com média de -10,92; e os valores médios de terceira ordem foram respectivamente: -7,3, -1,7, -10,70, -2,67 e -6,72. Justifica-se então, usar a frequência de ocorrência em 1ª e 2ª ordens, pois, até a segunda ordem de limitação estão contempladas as faixas sugeridas por Kelling & Schulte (1986), Escano et al. (1981) e Soltanpour et al. (1995).

Observa-se, na Tabela 22, que os valores da frequência de deficiência da maioria dos nutrientes estão acima de 35% no procedimento FS-DRIS, com exceção para S e Mn; e acima de 30% no procedimento DRIS-M, com exceção para K e S. Em todos os métodos de interpretação, o B foi o nutriente com a maior frequência de glebas com avaliação deficiente. Jones (1981) e Jones Invertido (Jones, 1981) apresentaram as maiores e as menores frequências de deficiência, respectivamente.

No método FSC, obtido pela análise do solo, o P e a CTC são as variáveis com as maiores frequências; o Zn com 0,8% e o Mn, o Cu e o B com 0%, são os nutrientes que apresentaram frequências próximas ou iguais a zero. (Tabela 23).

Tabela 22. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes na classe baixa diagnosticados por diferentes procedimentos DRIS e métodos de interpretação, obtidos pela análise foliar da cultura do milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m). No município de Hidrolândia, em Goiás. Safra 2003/2004.

Métodos de interpretação	Procedimentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
PRA	Beaufils	9,8	5,3	10,5	7,5	3,0	18,0	0,8	6,8	12,8	10,5	60,9
	Elwali & Gascho	15,8	7,5	6,0	14,3	19,5	21,8	0,0	20,3	17,3	19,5	20,3
	Jones	32,3	13,5	15,0	7,5	4,5	17,3	0,8	6,8	11,3	15,0	60,9
	Jones Invertido	7,5	3,0	6,0	5,3	1,5	4,5	1,5	4,5	0,0	3,8	0,0
	Alvarez & Leite	18,0	7,5	9,8	6,8	3,0	12,8	0,8	6,0	8,3	12,0	60,9
DRIS – M	Beaufils	38,9	39,7	15,7	39,7	37,2	43,8	38,0	40,5	45,5	40,5	70,3
	Elwali & Gascho	40,5	39,7	38,0	38,9	39,7	45,5	38,0	43,0	49,6	46,3	4,1
	Jones	58,7	48,8	48,8	43,8	43,8	45,5	46,3	43,0	48,8	46,3	76,1
	Jones Invertido	34,7	36,4	36,4	33,9	35,6	26,5	38,9	28,9	38,0	30,6	38,9
	Alvarez & Leite	51,3	43,0	13,2	38,9	37,2	34,7	43	36,4	44,7	37,2	70,3
FS – DRIS	Beaufils	66,9	54,9	-	57,1	69,2	52,6	48,9	48,9	59,4	50,4	100,0
	Elwali & Gascho	66,2	46,6	46,6	57,1	69,2	52,6	60,2	50,4	62,4	-	100,0
	Jones	73,7	63,9	62,4	57,1	69,2	52,6	65,4	50,4	62,4	59,4	100,0
	Jones Invertido	63,2	46,6	-	36,8	69,2	30,8	48,9	48,9	26,3	51,9	100,0
	Alvarez & Leite	70,7	58,6	44,4	57,1	69,2	39,1	60,2	48,9	51,9	54,9	100,0
1ª e 2ª ordens	Beaufils	10,2	10,2	6,2	9,0	6,2	14,1	12,4	12,4	17,5	6,2	45,8
	Elwali & Gascho	13,0	9,0	6,3	15,3	17,5	19,2	16,9	0,6	13,6	17,5	21,5
	Jones	30,5	10,7	11,4	6,8	6,8	9,0	10,2	1,1	15,3	2,8	45,8
	Jones Invertido	14,7	14,1	7,4	18,1	7,4	5,6	13,0	15,3	9,0	7,9	37,9
	Alvarez & Leite	22,0	11,9	6,8	10,7	9,1	8,5	12,4	6,8	11,9	4,5	45,8
FS		0,8	3,0	37,6	3,8	69,2	22,6	0,0	45,9	12,0	5,3	87,2

Obs 1: FSC – Níveis de suficiência propostos por Malavolta et al (1997); 1ª e 2ª ordens – Índices DRIS mais negativos por gleba; PRA – potencial de resposta a adubação Wadt et al. (1998); DRIS-M (Hallmark et al, 1987 a e b); FS-DRIS, níveis de suficientes obtidos pela equações polinomiais.

Obs 2: A ausência de valores nas células indicam a falta de ajuste da equação polinomial.

Tabela 23. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes na classe baixa diagnosticados por diferentes procedimentos DRIS e métodos de interpretação, obtidos pela análise de terra da cultura de milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), à profundidade de 0-20 cm. No município de Hidrolândia, em Goiás. Safra 2003/2004.

Método de Interpretação	Procedimento	MO	P	K	Ca	Mg	S	CTC	Mn	Zn	Cu	Fe	B
PRA	Beaufils	16,5	29,3	16,5	33,8	9,8	27,1	6,0	20,3	15,0	12,8	24,8	6,0
	Elwali & Gascho	17,3	0,0	42,1	11,3	0,0	0,0	22,6	8,3	11,3	45,1	3,0	0,0
	Jones	28,6	47,4	24,8	33,8	33,1	37,6	26,3	26,3	27,8	27,1	34,6	18,8
	Jones Invertido	0,0	0,0	6,0	6,0	11,3	5,3	3,0	0,8	5,3	5,3	3,8	4,5
	Alvarez & Leite	9,0	21,1	17,3	18,8	10,5	21,8	9,8	8,3	14,3	15,8	23,3	11,3
DRIS –M	Beaufils	29,8	52,1	51,3	33,9	46,3	55,4	39,7	38	46,3	55,4	49,6	50,5
	Elwali & Gascho	33,1	43,8	44,7	43,0	38,0	43,0	43	43	44,7	53,8	44,7	45,5
	Jones	70,3	52,9	60,4	57,1	51,3	57,1	52,9	52,1	61,2	59,5	51,3	54,6
	Jones Invertido	9,9	43	33,1	33,9	34,7	37,2	30,6	26,5	33,1	36,4	32,3	42,2
	Alvarez & Leite	35,6	47,1	45,5	47,1	44,7	44,7	41,4	37,2	46,3	51,3	45,5	48,8
FS-DRIS	Beaufils	63,2	46,6	76,7	60,2	34,6	61,7	-	63,9	59,4	43,6	70,7	54,9
	Elwali & Gascho	63,2	23,3	91,0	60,2	-	35,3	60,2	66,9	59,4	43,6	55,6	54,9
	Jones	-	83,5	76,7	66,2	75,2	61,7	53,4	66,9	69,9	63,2	72,2	54,9
	Jones Invertido	36,8	23,3	50,4	47,4	34,6	35,3	48,1	32,3	39,8	36,1	45,9	54,9
	Alvarez & Leite	63,2	52,6	57,1	54,9	47,4	61,7	51,1	50,4	55,6	43,6	56,4	54,9
1ª e 2ª ordens	Beaufils	18,7	13,0	13,0	9,1	22,6	18,7	10,7	15,8	9,0	5,1	9,6	5,1
	Elwali & Gascho	0,0	32,8	13,0	0,0	0,0	2,3	33,9	19,8	9,6	14,1	15,3	9,6
	Jones	28,8	6,2	10,7	16,4	17,0	14,1	12,4	14,1	13,0	6,8	5,1	5,7
	Jones Invertido	17,0	19,2	12,4	17,5	13,6	18,7	11,3	9,0	11,9	6,8	2,8	10,2
	Alvarez & Leite	20,9	8,5	12,4	15,8	18,1	16,4	13,0	13,6	11,9	6,8	5,7	7,4
FSC		36,8	89,5	17,3	6,0	17,3	35,3	99,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0

Obs. FS – níveis de suficiência extraído de Souza & Lobato (2004); 1ª e 2ª Ordens – Índices DRIS mais negativos por gleba; PRA – potencial de resposta a adubação Wadt et al. (1998); DRIS-M (Hallmark et al, 1987 a e b); FS-DRIS, níveis de suficientes obtidos pela equações polinomiais.

Obs2- ausência de valores nas células indicam a falta de ajuste da equação polinomial.

Ao Analisar a ordem das variáveis mais limitantes quanto à deficiência (Tabelas 24 e 25), as amplitudes e conflitos de interpretação, muitas vezes, implicam em mais dúvidas que esclarecimentos para os técnicos que atuam no campo, induzindo muitas dificuldades de aplicação do DRIS como manejo da adubação em áreas comerciais. É importante ressaltar que diagnósticos do estado nutricional é uma atividade de alta complexidade.

Os diferentes métodos e procedimentos estudados apresentaram diferentes interpretações para as deficiências de nutrientes. Porém, observa-se na Tabela 24 que o B é o nutriente com maior frequência de limitação para os diferentes procedimentos DRIS e para os diferentes métodos de interpretação na análise foliar. O N apresenta-se entre os três mais limitantes em todos os procedimentos e em todos os métodos de interpretação, com exceção do FS.

Pela análise dos três nutrientes mais frequentes com relação a deficiência na análise de terra (Tabela 25), observa-se que S, P, K e MO são os mais recorrentes nos procedimento DRIS nos diferentes métodos de interpretação. O baixo teor de P nas análises era esperado pelo fato desse nutriente ser o maior limitante da produtividade na maioria dos solos do Cerrado em função dos baixos teores naturalmente presentes nesses solos. A indicação do baixo nível de matéria orgânica no solo demonstra que há necessidade de implementar técnicas de manejo cultural que propiciem seu incremento. A matéria orgânica funciona como fonte de nutrientes, principalmente de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, e de cargas negativas, contribuindo para aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC). Desta forma, as deficiências de K e S constatados nos diferentes métodos e procedimentos poderiam ter sido minimizadas com o aumento da MO do solo. Tal qual o B, principal problema nutricional apontado na análise foliar (Tabela 24) que tem correlação altamente positiva com o teor de MO.

Como sugestão para aumento da MO tem-se o plantio direto, a adubação verde e a integração lavoura-pecuária que aumenta os estoques de matéria orgânica, melhora a cobertura e estrutura do solo; aumenta a atividade biológica e a infiltração, reduz o escoamento superficial e melhora a retenção de água, além de reduzir a infestação por plantas daninhas e a necessidade de fertilizantes, tornando a terra mais produtiva.

Os métodos PRA e 1ª e 2ª ordens foram eficientes para diminuir o número de indicações de deficiências. Nos dados obtidos pela análise foliar, nos dois métodos e nos procedimentos de Beaulfils (1973) e Jones (1981), apresentam apenas o B com mais de 40% de deficiência nas glebas. Para a análise de terra, o Cu e K pelo método PRA no procedimento de Beaulfils (1973) e P pelo procedimento de Jones; a CTC e P pelo método de 1ª e 2ª ordens no procedimento de Elwali & Gascho (1984) apresentaram-se com mais

de 40% de glebas deficientes (Tabela 25). Contrapõem-se os procedimentos FS-DRIS e DRIS-M que apresentaram a maioria dos nutrientes com deficiência em mais de 40% de glebas, tanto diagnosticados pela análise de terra quanto pela análise foliar (Tabela 24 e 25).

Tabela 24. Ordem dos nutrientes mais limitantes quanto a deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise de folhas da cultura milho (*Zea mays* L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), em diferentes métodos de interpretação, no município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Procedimento	Ordem dos nutrientes quanto deficiência Método de interpretação PRA	Principal deficiência
Beaufils	<u>B</u> <S<Mn<K<Zn<N<Ca<Fe<P<Mg<Cu	B
Elwali & Gascho	S<Fe<B<Mg<Zn<Mn<N<Ca<P<K<Cu	S
Jones	<u>B</u> <N<S<K<Zn<P<Mn<Ca<Fe<Mg<Cu	B
Jones Invertido	N<K<Ca<S<Fe<Zn<P<Mg<Cu<Mn<B	N
Alvarez & Leite	<u>B</u> <N<S<Zn<K<Mn<P<Ca<Fe<Mg<Cu	B
Método de interpretação - DRIS-M		
Beaufils	<u>B</u> <Mn<S<Fe<Zn<P<Ca<N<Cu<Mg<K	B
Elwali & Gascho	<u>Mn</u> <Zn<S<Fe<N<P<Mg<Ca<K<Cu<B	Mn
Jones	<u>B</u> <N<P<K<Mn<Cu<Zn<S<Ca<Mg<Fe	B
Jones Invertido	Cu<B<Mn<P<K<Mg<N<Ca<Zn<Fe<S	Cu
Alvarez & Leite	<u>B</u> <N<Mn<P<Cu<Ca<Mg<Zn<Fe<S<K	B
Método de interpretação - FS-DRIS		
Beaufils	<u>B</u> <Mg<N<Mn<Ca<P<S<Zn<Cu<Fe	B
Elwali & Gascho	<u>B</u> <Mg<N<Mn<Cu<Ca<S<Fe<P<K	B
Jones	<u>B</u> <N<Mg<Cu<P<K<Mn<Zn<Ca<S<Fe	B
Jones Invertido	<u>B</u> <Mg<N<Zn<Cu<Fe<P<Ca<S<Mn	B
Alvarez & Leite	<u>B</u> <N<Mg<Cu<P<Ca<Zn<Mn<Fe<K<S	B
Método de interpretação - 1ª e 2ª ordens		
Beaufils	<u>B</u> <Mn<S<Cu<Fe<N<P<Ca<K<Mg<Zn	B
Elwali & Gascho	B<S<Mg<Zn<Cu<Ca<Mn<N<P<K<Fe	B
Jones	<u>B</u> <N<Mn<K<P<Cu<S<Ca<Mg<Zn<Fe	B
Jones Invertido	B<Ca<Fe<N<P<Cu<Mn<Zn<K<Mg<S	B
Alvarez & Leite	<u>B</u> <N<Cu<P<Mn<Ca<Mg<S<K<Fe<Zn	B
Método de interpretação-Malavolta et al.(1997)		
FSC	<u>B</u> <Mg<Fe<K<S<Mn<Zn<Ca<P<N	B

Obs 1. FS – níveis de suficiência propostos por Malavolta et al (1997); 1ª e 2ª ordens – Índices DRIS mais negativa por gleba; PRA – potencial de resposta a adubação Wadt et al. (1998); DRIS-M (Hallmark et al., 1987a e b); FS-DRIS, níveis de suficientes obtidos pela equações polinomiais.

Obs 2. Variáveis sublinhadas indicam mais de 40% de ocorrência de deficiência.

Tabela 25. Ordem das variáveis mais limitantes quanto a deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidas pela análise do solo com a cultura de milho (*Zea mays* L.) semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), em diferentes métodos de interpretação. Município de Hidrolândia, Goiás. Safra 2003/2004.

Procedimento	Ordem dos nutrientes quanto deficiência	Principal deficiência
	Método de interpretação PRA	
Beaufils	Ca>P>S>Fe>Mn>MO>K>Zn>Cu>Mg>CTC>B	Ca
Elwali & Gascho	<u>Cu>K></u> CTC>MO>Ca>Zn>Mn>Fe>P>Mg>S>B	Cu
Jones	<u>P>S></u> Fe>Ca>Mg>MO>Zn>Cu>CTC>Mn>K>B	P
Jones Invertido	Mg>K>Ca>S>Zn>Cu>B>Fe>CTC>Mn>MO>P	Mg
Alvarez & Leite	Fe>S>P>Ca>K>Cu>Zn>B>Mg>CTC>MO>Mn	Fe
Método de interpretação - DRIS-M		
Beaufils	<u>S>Cu>P>K>B>Fe>Mg>Zn></u> CTC>Mn>Ca>MO	S
Elwali & Gascho	<u>Cu>B>K>Zn>Fe>P>Ca>S></u> CTC> <u>Mn></u> Mg>MO	Cu
Jones	<u>MO>Zn>K>Cu>Ca>S>B>P></u> CTC>Mn>Mg>Fe	MO
Jones Invertido	<u>P>B></u> S>Cu>Mg>Ca>K>Zn>Fe>CTC>Mn>MO	P
Alvarez & Leite	<u>Cu>B>P>Ca>Zn>K>Fe>Mg>S></u> CTC>Mn>MO	Cu
Método de interpretação - FS-DRIS		
Beaufils	<u>K>Fe>Mn>MO>S>Ca>Zn>B>P>Cu></u> Mg	K
Elwali & Gascho	<u>K>Mn>MO>Ca>CTC>Zn>Fe>B>Cu>S></u> P	K
Jones	<u>P>K>Mg>Fe>Zn>Mn>Ca>Cu>S>B></u> CTC	P
Jones Invertido	<u>B>K>CTC>Ca>Fe>Zn>MO>Cu>S></u> Mg>Mn>P	B
Alvarez & Leite	<u>MO>S>K>Fe>Zn>Ca>B>P></u> CTC>Mn>Mg>Cu	MO
Método de interpretação - 1ª e 2ª ordens		
Beaufils	Mg>MO>S>Mn>P>K>CTC>Fe>Ca>Zn>Cu>B	Mg
Elwali & Gascho	<u>CTC>P></u> Mn>Fe>Cu>K>Zn>B>S>MO>Ca>Mg	CTC
Jones	MO>Mg>Ca>S>Mn>Zn>CTC>K>Cu>P>B>Fe	MO
Jones Invertido	P>S>Ca>MO>Mg>K>Zn>CTC>B>Mn>Cu>Fe	P
Alvarez & Leite	MO>Mg>S>Ca>Mn>CTC>K>Zn>P>B>Cu>Fe	MO
Método de interpretação - FSC		
	<u>CTC>P>MO>S></u> K>Mg>Ca>Zn>Mn>Cu>Fe>B	CTC

Obs. 1. FS – níveis de suficiência extraído de Souza & Lobato (2004); 1ª e 2ª ordens – Índices DRIS mais negativos por gleba; PRA – potencial de resposta a adubação Wadt et al. (1998); DRIS-M (Hallmark et al., 1987 a e b); FS-DRIS, níveis de suficientes obtidos pela equações polinomiais.

Obs. 2. Variáveis sublinhadas indicam mais de 40% de ocorrência de deficiência.

5 CONCLUSÕES

Os vários procedimentos e métodos de avaliação do estado nutricional apresentaram divergências nas interpretações dos teores dos nutrientes e na frequência de ocorrência, tanto na análise foliar como na de terra.

Verifica-se que os diferentes métodos de cálculo e de interpretação do DRIS, apesar de diferirem quanto à forma de expressão dos valores de referência nutricional, em geral, foram concordantes quanto ao diagnóstico de B;

As normas DRIS da Região de Hidrolândia foram diferentes às de outras localidades. Sugerindo o desenvolvimento de normas locais e elaboradas para as diferentes condições de cultivo.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J.X. de. BRASIL SOBRINHO, O.C. do. Fixação de fósforo em três solos sob cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 12-15, 1977.
- ALVAREZ, V.H.; LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20.; 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP, 1992. p.186-187.
- ANDREW, C.S. Problems in the use of chemical analysis for diagnosis of plant nutrient deficiencies. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Sydney, v. 34, n. 32, p. 154-162, 1968.
- ARBOLEDA, C., J. ARCILA; Y R. MARTÍNEZ, Y.R. Sistema integrado de recomendación y diagnóstico. Una alternativa para la interpretación de resultados del análisis foliar en café. **Agronomía Colombiana**, Bogota, v. 5, p. 17-30, 1988.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 1075-1084, 2001.
- BALDOCK, J.; SCHULTE, E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 3, p. 448-456, 1996.
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1986, Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 179.
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.; FONTES, M.P.F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: SBCS/Universidade Federal de Viçosa. 1996. p. 646-659.
- BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; GALLO, J.R. **Análise química de plantas**. IAC, 1978. 31 p. (Boletim Técnico, 87).
- 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**. Soil Science Bulletin. University of Natal, 1973. 132 p.
- BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, Pretoria, v. 1, p. 1-30, 1971.
- BEAUFILS, E.R.; SUMNER, M.E. Application of the DRIS approach for calibrating soil and plant factors in their effects on yield of sugarcane. **Proceedings of South African Sugar Technology Association**, Durban, v. 50, p. 118-124, 1976.

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

BERNARDI, C.A., MACHADO, P. L. A., FREITAS, P.L., COELHO, M. R., LEANDRO, W. M. OLIVEIRA, J. J. P., OLIVEIRA, R. P., SANTOS, H. G., MADARI, B. E. CARVALHO, M.C.S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. - (Embrapa Solos. Documentos n. 46).

BEVERLY, R.B. Re-evaluation reveals weaknesses of DRIS and sufficiency range: diagnosis for wheat, corn and alfalfa. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v.24, n. 5-6, p. 487-501, 1993.

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

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

BOWEN, J. E. Comparative DRIS and critical concentration interpretation of papaya tissue-analysis data. **Tropical Agriculture**, ST agultin, v. 69, n. 1, p. 63-67, 1992.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.

BULLOCK, D.G., NIELSEN, R.L., NYQUIST, W.E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 6, p. 984-990, 1982.

CFSG (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS). **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5º aproximação**. Goiânia, UFG/EMGOPA, 1988. 101 p.

CFSEMG (COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS) - **Recomendações para Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Ribeiro, A.C; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V.V.H. (Eds). Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Primeiro levantamento de intenção de plantio: safra 2005/2006**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20042005Lev02.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

CUNHA, P. P. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Goianésia, Goiás**. 2005. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

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**, Madison, v. 84, n. 6, p. 1006-1010, 1992.

DOW, A.I.; ROBERTS, S. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n2, p.401-403, 1982.

DUARTE, J. O. **Importância Econômica. Cultivo do Milho**. Disponível em : <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>. Acesso em 25 fev. 2006.

ECKERT, D.J.; McLEAN, E.O. Basic cation saturation ratios as a basis for fertilizing liming agronomic crops: I. Growth chamber studies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, n. 5, p. 795-799, 1981.

ELWALI, A.M, O; GASCHO, G.J.; SUMNER, M.E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**. Madison, v. 77, n. 5, p. 506-508, 1985.

ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil Testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**. Madison, v. 76, n. 3, p. 466-470, 1984.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

ESCANO, C.R.; JONES, C.A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystrandepts: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, n. 6, p. 1140-1144, 1981.

EVANYLO, G.K.; SUMNER, M.E.; LETZSCH, W.S. Preliminary development and testing of DRIS soil norms for soybean production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 18, n. 12, p. 1355-1377, 1987.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FAO. Foundation Agricultural Organization, Roma : **FAOSTAT -Database Gateway – FAO**. Disponível em: <http://www.apps.fao.org>. Acesso em 21 out. 2004.

FERREIRA, S.M. **Limitadores nutricionais da produtividade de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no sistema de plantio direto na região de Rio Verde – Goiás**. 2002. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FLÉNET, F.; KINIRY, J.R; BOARD, J.E.; WESTGATE., M.E.; REICOSKY, D.C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**. Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2003**: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. 544 p.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2004**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2003. 496 p.

FREUND, R.L.; LITTELL, R. C. **Sas for linear models**. Cary: SAS Institute Inc., 1981. 231 p.

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

GOEDERT, W.J.; SOUZA, D.M.G; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA - CNPAF, 1985. p.129-166.

- HALLMARK, W. Comparison of DRIS and M-DRIS norms for diagnosing P and K deficiencies in soybeans. **Better Crops Plant Food**, v. 72, n. 3, p. 20-21, 1988.
- HALLMARK, W.B.; ADAMS, J.F.; MORRIS, H.F. Detection of zinc deficiency in soybeans by diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of Fertilizer Issues**, ST Louis, v. 1, n. 3, p. 104-109, 1984.
- HALLMARK, W.B., BEVERLY, R.B.; MORRIS, L.M.; SHUMAN, L.M.; WILSON, D.O.; BOSWELL, F.C.; ADAMS, J.F.; WALL, D.A. Continued modification of the M-DRIS for soybean. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 21, n. 13-21, p. 1313-1328, 1990a.
- HALLMARK, W.B.; BEVERLY, R.B., SUMNER, M.E.; DeMOOY, C.J.; MORRIS, H.F.; PESEK, J.; FONTENOT, J.D. Soybean phosphorus and potassium requirement evaluation by three M-DRIS data bases. **Agronomy Journal**, Mandison, v. 82, n. 20, p. 323-328, 1990b.
- HALLMARK, W.B.; DeMOOY, C.J. PESEK, J. Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrient deficiencies. **Journal of Fertilizer Issues**, ST. Louis, v. 4, n. 4, p. 151-158, 1987a.
- 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**, Philadelphia, v.10, n. 9-16, p. 1381-1390, 1987b.
- HANSON, R.G. DRIS evaluation of N,P,K status of determinant soybeans in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 12, p. 933-948, 1981.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R. N, P and K percentages in soybean plant parts. **Agronomy Journal**, Mandison, v. 63, n. 2, p. 286-290, 1971.
- HOOGERHEIDE, H.C. **Dris para avaliação do estado nutricional da soja em duas regiões do cerrado brasileiro**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90 n. 1, p. 40-46, 1998.
- JONES, C.A. Proposed modifications of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.
- KEISLING, T.C.; MULLIXINS, B. Statistical considerations for evaluating micronutrient tests. **Soil Science Society of America Journal**, Mandison, v. 43, n. 6, p. 1181-1184, 1979.
- KELLING, K.A.; SCHULTE, E.E. Review. DRIS as a part of a routine plant analysis program. **Journal of Fertilizer Issues**, ST Louis, v. 3, p. 107-112, 1986.
- KEOGH, J. L.; SABBE, W. E.; CAVINESS, C. E. Nutrient concentration of selected soybean cultivars. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 3, p. 29-36, 1972.
- LEANDRO, W.M. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) na região de Rio Verde-GO**. 1998. 157 f. Tese

(Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

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

LOOMIS, R.S., WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, Madison, v. 3, n. 1, p. 67-72, 1963.

LOPES, A.S. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984a. p. 347-382.

LOPES, A.S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1984b. 162 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

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

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

McLEAN, E.O.; HARTWING, R.C.; ECKERTM D.J.; TRIPLETT, G.B. Basic cation saturation ratios as a basis for fertilizing and liming agronomic crops. II. Fields studies. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.4, p.635-639, 1983.

McLEAN, E.O.; CARBONELL, M.D. Calcium, magnesium, and potassium ratios in two soils and their effects upon yields and nutrient content of German millet and alfafa. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, n. 6, p. 927-930, 1972.

MELDAL-JOHNSEN, A.; SUMNER, M.E.; BEAUFILS, E.R. Applications of a Beaufil's Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) to potatoes. I. Soil Calibration. **Proc. Soil Sci. South Africa**, Erasmusrand, Pretoria, v. 6, p. 91-99, 1975.

MUNDSTOCK, C.M. Milho: distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, n. 299, p. 28-29, 1977.

MUNSON, R.; NELSON W. Principles and practices in plant analysis. p. 359-387. WALSH, L.M.; BEATON, J.D In: **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1973. p. 223-248.

NOGUEIRA NETTO, V.S. **Impactos do Mercosul na produção e comercialização do milho e da soja da região Centro-Oeste**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, E.F. de. Eficiência do modo de aplicação do sulfato de amônio e uréia nas culturas de milho e algodão. **Organização das Cooperativas do Estado do Paraná**: Resultados de pesquisa 1/95. Cascavel. 1995. p. 40-46.

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

PEIXOTO, C.M. **Resposta de genótipos de milho à densidade de plantas, em dois níveis de manejo**. Porto Alegre, 1996, 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PEIXOTO, C. Espaçamento e população de plantas. **Seed news**. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br>>. Acesso em: 16 de out. 2005.

QUAGGIO, J.A.; RAMOS, V.J.; BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. SAKAI, M. Calagem para a sucessão batata-tritcale-milho usando calcários com diferentes teores de magnésio. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 391-406, 1985.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 56-59. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B.V.; BATAGLIA, O.C. Análises de laboratório In: OLIVEIRA A.J.; GARRIDO W.E.; ARAUJO, J.D. de; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 392p

REIS, R. DRIS norms universality in the corn crop. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 33, n. 5-6, p. 711-735, 2002.

ROBERTS, S.; RHEE .J. Critical nutrient concentrations and DRIS analysis of leaf and grain from high-yielding corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia,, v. 24, n. 19-20, p. 2679-2687, 1993.

RODRÍGUEZ, O.; RODRÍGUEZ, V. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**. Maracaibo, v. 17, n. 6, p. 449-542, 2000.

ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R., BRINHOLI, O. **Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

RUSSEL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Cambridge, v. 46, n. 1, p. 245-298, 1991.

SILVA, J.E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento de milho em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 329-333, 1980.

SOARES, E.; LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M. et al. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 315-330, dez, 1983.

SOLTANPOUR, P.N.; MALAKOWTI, M.J; RONAGHI, A. Comparison of Diagnosis and Recommendation Integrated System and nutrient sufficiency range for corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, n. 5, p. 456-460, 1995.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado:correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília:Embrapa cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA, P.I.M.; CARVALHO, L.J.C.B. Nutrição mineral de plantas. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA - CNPAF, 1985. p.75-98.

- SOUZA, P.M. de. BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.; MIRANDA, V.M. (Org.). **Tecnologias de Produção de Milho**. 1. ed. Viçosa: ed. da UFV, 2004. p. 13-53.
- SUMNER, M.E. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca and Mg content and calculated DRIS Index. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 8, n. 3, p. 269-280, 1977a.
- SUMNER, M.E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, Mandison, v. 69, n. 2, p. 226-230, 1977b.
- SUMNER, M.E. Interpretation of nutrient rations in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. Philadelphia, v. 9, n. 4, p. 335-345, 1978.
- SUMNER, M.E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, n. 2, p. 343-348, 1979.
- TEASDALE, J.R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 9, n. 1, p. 113-118, 1995.
- TOLLENAAR, M.; McCULLOUGH, D.E.; DWYER, L.M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFER, G.A. **Genetic improvement of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1994. cap.4, p.183-236.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R., BATAGHIA, O.C. **Análises foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18 p.
- ULRICH, A.; HILLS, F.J. Principles and practices of plant analysis. In: **Soil Testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1967. p. 11-24.
- WADT, P.G.S.; ALVAREZ, V.H. ; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. O método da Chance Matemática na interpretação de dados de levantamento nutricional de talhões florestais sob condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 775-780, 1998.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation system (DRIS). **Advance in Soil Science**, Nova York, v. 6, p. 149-188, 1987.
- WALWORTH, J.L.; WOODARD, H.J.; SUMNER, M. E. Generation of corn tissue norms from a small, high-yield database. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 19, n. 5, p. 563-577, 1988.
- YAMADA, T.; LOPES, A.S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**. Piracicaba, 1998. p.2-8, (Encarte Técnico).

ANEXO

Apêndice A . Fichas cadastrais das áreas amostradas. Informações fornecidas pelos produtores ou técnicos responsáveis.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROJETO DRIS MILHO – HIDROLÂNDIA

FICHAS CADASTRAIS

Equipe: _____

Número:

Data:

Propriedade: _____ **Município:** _____

Gerente: _____ **Telefone Rural:** (____) _____

Proprietário: _____ **Apelido:** _____

Endereço: _____ **Telefone:** (____) _____

Cidade: _____ **Caixa Postal:** _____ **CEP:** _____

Responsável Técnico: _____

Firma: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ **Caixa Postal:** _____ **CEP:** _____

Talhão: _____ **Área Total:** _____ **Época de plantio:** _____

Área Milho: _____ **variedade:** _____ **População:** _____

Espaçamento: _____ **Glebas:** _____

Dados das últimas safras:

[illegible]

Apêndice A. Continuação...

**PROJETO DRIS MILHO SEMEADO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO
HIDROLÂNDIA- GOIÁS
CROQUI DA ÁREA**

Responsável:

Sistema: **Plantio Direto**
 Plantio Convencional

Preparo do solo:

Controle de Invasoras: