

DIVISÃO 3 - USO E MANEJO DO SOLO

Comissão 3.1 - Fertilidade do solo e nutrição de plantas

PADRÕES NUTRICIONAIS PARA LAVOURAS ARROZEIRAS IRRIGADAS POR INUNDAÇÃO PELOS MÉTODOS DA CND E CHANCE MATEMÁTICA⁽¹⁾

**Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽²⁾, Ibanor Anghinoni⁽³⁾, Raquel Hermann Pötter
Guindani⁽⁴⁾, André Suêlto Tavares de Lima⁽⁵⁾, Aline Peregrina Puga⁽⁶⁾, Gilson Silvério da
Silva⁽⁵⁾ & Renato de Mello Prado⁽⁷⁾**

RESUMO

Para o arroz irrigado, poucos trabalhos utilizam métodos de diagnose foliar desenvolvidos para as condições locais de clima, solo ou cultivares. O objetivo deste trabalho foi avaliar os métodos da Diagnose da Composição Nutricional e da Chance Matemática na definição dos padrões nutricionais de lavouras arrozeiras do Estado do Rio Grande do Sul. Resultados de produtividade de grãos e teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo de 356 lavouras arrozeiras cultivadas sob sistema de irrigação por inundação foram utilizados para a determinação das faixas de suficiência calculadas pelo método da Chance Matemática. As faixas de suficiência foram comparadas com valores críticos propostos pela literatura e com o intervalo de confiança do teor médio dos nutrientes em lavouras consideradas nutricionalmente equilibradas, identificadas pelo método Diagnose da Composição Nutricional. Observou-se pouca concordância entre os valores das faixas de suficiência indicados pelos métodos da Chance

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 09 janeiro de 2012 e aprovado em 28 de novembro de 2012.

⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Acre. Rod BR 364 km 14, Caixa Postal 321. CEP 69910-970 Rio Branco (AC). E-mail: paulo.wadt@embrapa.br

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, Caixa Postal 776. CEP 91540-000 Porto Alegre (RS). E-mail: ibanghi@ufrgs.br

⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciência do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua José Bonifácio 829/102. CEP 96450-000 Dom Pedrito (RS). E-mail: rhpguindani@yahoo.com.br

⁽⁵⁾ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima - IFRR. Vicinal de acesso que liga a balsa de Aparecida à Vila Brasil, km 03. CEP 69343-000 Amajari, RR. E-mail: andresueldo@ig.com.br

⁽⁶⁾ Doutoranda em Agricultura Tropical e Subtropical, Centro de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Avenida Barão de Itapura, 1481. CEP13022-902 Campinas (SP). E-mail: linepuga@yahoo.com.br

⁽⁷⁾ Professor, Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da UNESP. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

Matemática e da Diagnose da Composição Nutricional e os respectivos valores indicados na literatura. A faixa de teores foliares adequados, consistentes com maior produtividade média das lavouras arrozeiras, foi indicada ser de 23 a 28 g kg⁻¹ para N; 11 a 14 g kg⁻¹ para K; 1,4 a 2,0 g kg⁻¹ para S; 6 a 12 mg kg⁻¹ para B; e 70 a 200 mg kg⁻¹ para Fe. Para os teores foliares de P, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn e Mo nenhuma das faixas adequadas testadas indicou capacidade para distinguir as lavouras arrozeiras quanto à produtividade média.

Termos de indexação: *Oriza sativa* L., nível crítico, faixas de suficiência, diagnose foliar, DRIS.

SUMMARY: NUTRITION STANDARDS FOR FLOODED RICE BY THE METHODS COMPOSITIONAL NUTRIENT DIAGNOSIS AND MATHEMATICAL CHANCE

For rice, few studies use foliar analysis methods developed for local conditions of climate, soil or cultivars. The purpose of this study was to evaluate the methods of Compositional Nutrient Diagnosis and of Mathematical Chance to define nutritional standards for rice fields in Rio Grande do Sul state, Brazil. Data of 356 irrigated rice fields for grain yield and foliar contents (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, and Mo) were used to calculate the sufficiency ranges by the Mathematical Chance method. The sufficiency ranges were compared with critical values proposed in the literature and with the confidence interval of the average nutrient contents of nutritionally balanced crops identified by the Compositional Nutrient Diagnosis method. There was little agreement between the sufficiency ranges indicated by the methods of Mathematical Chance and Compositional Nutrient Diagnosis and the respective values in the literature. The appropriate range of foliar contents, consistent with highest average yield of rice fields, was 23-28 g kg⁻¹ for N; 11-14 g kg⁻¹ for K; 1.4-2.0 g kg⁻¹ for S; 6-12 mg kg⁻¹ for B; and 70-200 mg kg⁻¹ for Fe. For the contents of P, Ca, Mg, B, Cu, Mn, Zn, and Mo none of the tested ranges allowed to discriminate rice yield.

Index terms: Oriza sativa L., critical level, sufficiency range, foliar diagnosis, DRIS.

INTRODUÇÃO

A adoção da análise foliar como critério de diagnóstico para a avaliação do estado nutricional das plantas baseia-se na premissa de existir relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os seus teores na planta e que aumentos ou decréscimos nas concentrações dos nutrientes se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (Fageria et al., 2009).

Para a interpretação da análise foliar, existem diferentes métodos que consideram cada elemento isoladamente (métodos do Nível Crítico ou das Faixas de Suficiência) (Souza et al., 2011) ou os com base na relação entre os nutrientes, como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (Guindani et al., 2009) e a Diagnose da Composição Nutricional (CND) (Parent & Dafir, 1992).

A utilização da análise foliar tem aumentado em importância nas duas últimas décadas, tendo-se estabelecido os processos necessários para sua adoção, que se constituem em seis passos básicos, comuns a todas as espécies vegetais (Parent, 2011): (1) existência de um método exequível e padronizado para a

amostragem das folhas; (2) rotina analítica para quantificação dos nutrientes na amostra foliar; (3) disponibilidade de padrões nutricionais para o diagnóstico nutricional; (4) processo confiável para a interpretação dos resultados analíticos; (5) recomendação de nutrientes capaz de corrigir deficiências ou excessos; e (6) existência de práticas de aplicação de nutrientes facilmente compreendidas pelos agricultores.

Os passos (1) e (2) consistem de procedimentos padrões utilizados na avaliação de plantas, sendo largamente usados na cultura arrozeira. Por sua vez, os passos (5) e (6) dependem fundamentalmente de experimentação e de ensaios de validação das práticas de indicação de adubação, consistindo de técnicas adotadas em várias culturas, inclusive as lavouras arrozeiras.

O grande gargalo está nos passos (3) e (4), desde que existem controvérsias sobre a adequação dos padrões nutricionais adotados (Guindani, 2007) e da adequação de muitos métodos adotados para a interpretação dos resultados, seja pela fraqueza de certas prerrogativas adotadas para obtenção dos padrões nutricionais, como para o método do Nível

Crítico, ou por sua dependência em processos computacionais empíricos, como o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (Parent, 2011).

O método das Faixas de Suficiência tem sido o mais largamente adotado para a interpretação do estado nutricional da cultura, dada à facilidade de sua interpretação. Os valores críticos para a cultura do arroz quanto à faixa adequada de nutrientes no Brasil foram relatados em Malavolta et al. (1997) e também por indicações de órgãos oficiais empregados na cultura de diversos Estados como São Paulo (Cantarella & Furlani, 1997), Minas Gerais (Martinez et al., 1999) e Rio Grande do Sul (CQFS RS/SC, 2004).

Ressalva-se, entretanto, que muitos desses valores críticos foram adaptações ou ensaios regionais desenvolvidos durante as décadas de 1980 e 1990, numa situação distinta quanto aos materiais genéticos atualmente utilizados, o que pode induzir a erros nos diagnósticos do estado nutricional da cultura do arroz.

Uma alternativa para obtenção dos valores críticos para o método das faixas de suficiência é a Chance Matemática, que aplica distribuições de probabilidades a dados obtidos de lavouras comerciais, tendo sido aplicado, por exemplo, na cultura do algodoeiro (Serra et al., 2010) e da soja (Kurihara, 2004; Urano et al., 2007). O processo, por estabelecer os valores-padrão a partir de dados obtidos sob as mais variadas condições ecofisiológicas, torna possível utilizar dados de condições de campo (talhões ou lavouras comerciais) e não apenas de ensaios controlados. Com isso, os valores-padrão podem ser constantemente reavaliados e toda vez que se faz o monitoramento nutricional novas informações são agregadas ao conjunto de dados.

Para o arroz irrigado, poucos trabalhos utilizam métodos de diagnose foliar desenvolvidos para as condições de clima, solo e cultivares do País. O objetivo deste trabalho foi avaliar os métodos da Chance Matemática e da Diagnose da Composição Nutricional (CND) para obtenção de valores de referência (faixas de suficiência) para lavouras arrozeiras do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se dados de análise foliar e produtividade de arroz irrigado obtidos por Guindani (2007), provenientes das seis regiões arrozeiras do RS: 84 amostras da Campanha (30° 58' 58" S, 54° 40' 23" W), 57 da Depressão Central (29° 38' 43" S, 53° 14' 24" W), 52 da Fronteira Oeste (29° 45' 17" S, 57° 05' 18" W), 54 da Planície Costeira Externa (30° 15' 28" S, 50° 30' 35" W), 44 da Planície Costeira Interna (29° 54' 18" S, 51° 45' 37" W) e 65 da região sul do Estado (32° 02' 06" S, 52° 05' 55" W).

Nessas áreas, os solos de várzea dominantes foram Planossolos, Chernossolos, Gleissolos e Neossolos,

sendo os Planossolos os de maior extensão territorial. Os cultivares de arroz utilizados nas lavouras amostradas foram: BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 414, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421, IRGA 422 CL, Taim, Chuí, Qualimax 1, Qualimax 13, Arrank, Sabore, Avaxi, Tuno CL, El Passo 144, EPAGRI 108, EPAGRI 109, EPAGRI 112, EPAGRI 113 e LB 48. Desses, a variedade de maior ocorrência nas áreas amostradas foi a IRGA 422 CL, que foi cultivada em 42,4 % das lavouras, e a segunda mais cultivada foi a IRGA 417, em 11,6 % das lavouras.

O sistema de preparo do solo predominante foi o cultivo mínimo e o tamanho médio das lavouras amostradas foi de 100 ha. As amostras foliares foram coletadas na safra 2005/2006 em 389 lavouras comerciais do RS, com potencial de baixa, média e alta produtividade. Dessas, algumas foram eliminadas por falta de dados de produtividade, restando 356 amostras. A amostragem consistiu na coleta de 50 folhas bandeira (última folha expandida antes da emissão da panícula) de cada talhão de lavoura no início do estágio reprodutivo da cultura; isto é, quando essa se encontrava com menos de 50 % de floração, de acordo com escala de Counce et al. (2000). Essas folhas foram coletadas de plantas que ainda não apresentavam panícula visível, embora parte da lavoura estivesse com a panícula emitida.

A colheita de grãos de arroz foi realizada na mesma área correspondente à amostragem do tecido foliar, por máquina colhedora automotriz, após a maturação fisiológica, com a umidade entre 18 e 23 %, dependendo do cultivar e do sistema de colheita e secagem (SOSBAI, 2005). Foi efetuado o registro desses resultados de produtividade, com a correção da umidade para 13 %. Após secagem e moagem, as folhas foram analisadas pelo Laboratório de Análises de Solo, Planta e Outros Materiais, do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, para determinação dos teores de macro e micronutrientes, de acordo com Tedesco et al. (1995).

Os resultados das análises químicas do tecido vegetal para N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B e Mo, juntamente com os respectivos resultados de produtividade (kg ha^{-1}), foram tabulados em planilha eletrônica.

Para aplicação do método da Chance Matemática (Serra et al., 2010) e obtenção das normas da CND multivariadas (Parent & Dafir, 1992), os dados foram agrupados em lavouras de alta e de baixa produtividade. Lavouras de alta produtividade foram consideradas aquelas cuja produtividade esteve acima da média + 0,5 desvio-padrão, ou seja, acima de 7.864 kg ha^{-1} . As demais lavouras foram consideradas de baixa produtividade.

Na determinação das faixas de suficiência (deficiente, adequado e excessivo) pelo método da Chance Matemática, o número de classes de distribuição dos teores foliares foi fixado em 15.

Uma alteração no método foi incluir dois processos adicionais para definir o intervalo das faixas de suficiência: o cálculo da Chance Matemática Relativa para cada classe de teores foliares (ChMatR(i)) e o da Chance Matemática da Média Móvel, para as classes de teores foliares de ordem 2 a 14 (ChMatM(i)).

A Chance Matemática Relativa em cada classe “i” foi determinada pela expressão:

$$\text{ChMatR}(i) = \text{ChMat}(i) / \text{ChMatTotal}$$

em que: $\text{ChMatTotal} = [(\text{Pm}^2) \times (\text{At}/\text{Ct})]^{0,5}$;

$$\text{ChMat}(i) = (\text{ChAi}/\text{At} \times \text{ChAi}/\text{Bi})^{0,5}$$

$$\text{ChAi}/\text{At} = \text{Pi} \times \text{Ai}/\text{At}$$

$$\text{ChAi}/\text{Bi} = \text{Pi} \times \text{Ai}/\text{Ci}$$

Ai = quantidade de lavouras de alta produtividade;

At = número total de lavouras de alta produtividade;

Ci = total de lavouras em cada classe;

Ct = total de lavouras;

Pi = produtividade média das lavouras na respectiva classe (Pi, em kg ha^{-1});

i = cada uma das classes de teores nutricionais, variando de 1 a 15.

A Chance Matemática Média Móvel de cada classe “i”, exceto para a primeira e última classe de teores foliares, foi calculada pela expressão:

$$\text{ChMatM}(i) = (\text{ChMatR}(i-1) + \text{ChMatR}(i) + \text{ChMatR}(i+1)) / 3$$

As faixas de suficiência foram definidas com base nos seguintes critérios:

ChMatR_{50%} consistiu da faixa de teores considerados adequados, formada pelo LI da primeira classe “i” de teores foliares, em que a ChMatR(i) foi igual ou superior a 50 %; e pelo LS da última classe “i” de teores foliares, em que a ChMatR(i) foi igual ou superior a 50 %. Adicionalmente, se alguma classe “i” imediatamente anterior ou posterior ao intervalo definido para a faixa de suficiência apresentasse ChMatM(i) igual ou superior a 50 % e não estivesse incluída no intervalo anterior, o intervalo da faixa ótima seria ampliado para incluir também essa classe de valores.

Da mesma forma, se houvesse mais de duas classes consecutivas com ChMatR(i) inferior a 50 % antecedendo a última classe “i” incluída na faixa de suficiência, e se essas classes tivessem também ChMatM(i) inferior a 50 %, o intervalo da faixa de suficiência seria reduzido para o próximo valor do LS da classe “i” que permitiria atender a todos esses critérios.

ChMatR_{40%} consistiu na faixa de teores considerados adequados, adotando-se os mesmos critérios utilizados para a ChMatR_{50%}, à exceção do valor limite da Chance Matemática Relativa (ChMatR(i)) e o da Chance Matemática Média Móvel (ChMatM(i)), que foram adotados como sendo de 40 %.

A faixa deficiente foi considerada o intervalo de teores foliares abaixo da faixa adequada e a de excesso, o intervalo de teores foliares acima da adequada.

O método da Diagnóstico da Composição Nutricional (CND - *Compositional Nutrient Diagnosis*) (Parent & Dafir, 1992), ou DRIS com relações multivariadas, foi também utilizado para obtenção das faixas de suficiência (deficiente, adequado e excessivo). Para tanto, inicialmente os teores foliares foram ajustados para uma mesma unidade (dag kg^{-1}) e, a seguir, calcularam-se os índices da CND (I_X), conforme descrito em Wadt et al. (2012).

O Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm) foi obtido pela média aritmética do módulo de todos os índices da CND; na interpretação do estado nutricional, adotou-se o critério do Potencial de Resposta à Adubação (Wadt, 2005), com três classes para o estado nutricional:

i) Equilíbrio = $|I_X| < \text{IBNm}$. Atribuiu-se o valor zero para essa condição.

ii) Insuficiência = $|I_X| > \text{IBN}$ e $I_X < 0$. Atribuiu-se o valor -1 para essa condição.

iii) Excesso = $|I_X| > \text{IBNm}$ e $I_X > 0$. Atribuiu-se o valor 1 para essa condição.

Na definição das faixas de suficiência, foram identificadas entre todas as lavouras aquelas consideradas nutricionalmente equilibradas para cada nutriente individualmente. A seguir, também para cada nutriente, determinou-se o intervalo de confiança a 99 % de probabilidade para o teor médio de cada nutriente nas lavouras consideradas equilibradas, definindo-se os limites inferior e superior do respectivo intervalo de confiança como sendo os valores mínimo e máximo da faixa adequada, cujos valores foram expressos em g kg^{-1} para N, P, K, Ca, Mg e S e em mg kg^{-1} para Zn, Fe, Mn, Cu, B e Mo.

Consequentemente, teores nutricionais abaixo do limite inferior da faixa adequada foram considerados como deficientes e os acima do limite superior da faixa de suficiência, como excesso.

Os resultados das faixas de suficiência determinados pelos métodos da Chance Matemática e da CND foram confrontados com os das faixas de teores adequados indicados por Tanaka & Yoshida (1970), Cantarella & Furlani, (1997), Malavolta et al. (1997), Martinez et al. (1999), Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS RS/SC, 2004) e por Guindani et al. (2009).

A seguir, para a análise da produtividade média das lavouras em razão do estado nutricional da lavoura, para cada nutriente e para cada um desses critérios de interpretação, as lavouras foram classificadas em três grupos: deficiente, adequado e excesso (quando conhecida a amplitude da faixa adequada) ou em dois grupos: deficiente e adequado (quando conhecido apenas o nível crítico).

Para cada nutriente, em cada classe de suficiência foi calculada a produtividade média das lavouras e realizada a análise de variância entre os grupos: deficiente, adequado e excesso. Adicionalmente, para as lavouras distribuídas em três grupos, realizou-se a comparação entre as produtividades médias pelo teste de Tukey a 5 % e os contrastes para as produtividades entre as lavouras do grupo adequado-deficiente e do grupo excesso-deficiente, em nível de significância de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a maioria dos nutrientes (N, P, K, Mg, S, Cu, Mn e Mo), a faixa adequada determinada pelo método ChMatR_{50%} apresentou menor amplitude que a faixa adequada delimitada pelo método ChMatR_{40%}. As exceções foram os nutrientes Ca, B e Zn, cujas faixas ótimas foram as mesmas pelos dois critérios (Quadro 1).

Comparativamente, de modo geral, as faixas adequadas dos teores nutricionais determinadas pelo método CND apresentaram menores amplitudes e estiveram contidas nas delimitadas pelo método da Chance Matemática (Quadro 1). Para o P e Cu, as faixas adequadas determinadas pela CND foram,

respectivamente, com limites superior maior e inferior menor àquelas determinadas pelo método da ChMatR_{50%}.

De forma semelhante, para todos os nutrientes, o nível crítico determinado por Guindani et al. (2009) esteve sempre contido no intervalo de valores da faixa adequada determinada pelo método da CND. Esses resultados indicam grande coerência entre os diferentes procedimentos matemáticos para a determinação do nível crítico ou das faixas de suficiência.

Deve-se ressaltar, contudo, que o nível crítico indicado por Guindani et al. (2009), para a maioria dos nutrientes avaliados, encontra-se nos intervalos de confiança da média dos teores dos nutrientes nas lavouras arrozeiras de alta e de baixa produtividade e para o total das lavouras monitoradas (Quadros 1 e 2); portanto, o nível crítico para esses nutrientes representa a média provável dos teores nutricionais nessas lavouras, independentemente de sua produtividade. As exceções foram Cu, cujo nível crítico foi inferior ao intervalo de confiança para a produtividade média em todas as classes de lavouras, e Fe e Mn, em que o nível crítico esteve contido e não contido, respectivamente, no intervalo de confiança para a produtividade média em lavouras de alta produtividade (Quadros 1 e 2).

As faixas adequadas determinadas pelo método da CND foram evidenciadas para os nutrientes N, P, K,

Quadro 1. Valores críticos para os teores foliares de macro e micronutrientes na cultura do arroz irrigado, indicado pelo método da Chance Matemática (faixa relativa a 50 e 40 %), pelo método da CND e por diversos autores

Nutriente	ChMatR (%)		CND (2004) ⁽¹⁾	CQFS (1997) ⁽²⁾	Cantarella & Furlani (1999) ⁽³⁾	Martinez et al. (1997) ⁽⁴⁾	Malavolta et al. (2009)	Guindani et al (1970)	Tanaka & Yoshida
	50	40							
g kg ⁻¹									
N	25-28	23-28	25-26	26-42	27-35	22,6-26,2	40-48	26	25
P	1,9-2,0	1,7-2,5	2,0-2,1	2,5-4,8	1,8-3,0	1,4-1,6	2,5-4,0	2,0	1,0
K	12-14	11-15	12-13	15-40	13-30	11,8	25-35	12,5	10
Ca	2,2-3,6	2,2-3,6	2,8-3,0	2,5-4,0	2,5-10,0	6,6-8,5	7,5-10,0	2,9	-
Mg	1,4-1,5	1,2-1,9	1,4-1,5	1,5-3,0	1,5-5,0	4,0-4,1	5,0-7,0	1,5	-
S	1,7-2,0	1,7-2,2	1,7-1,8	2,0-3,0	1,4-3,0	4,9-7,0	1,5-2,0	1,8	-
mg kg ⁻¹									
B	6,2-11,4	6,2-11,4	6,4-7,3	20-100	4-25	78	40-70	7,0	-
Cu	4,6-5,5	3,7-6,3	4 - 5	5-20	3-25	23	10-20	4,0	-
Fe	87-173	87-217	98-106	70-300	70-200	260	200-300	100	70
Mn	448-644	448-1037	463-531	30-600	70-400	90	100-150	500	-
Zn	15-28	15-28	17-18	20-100	10-50	33	25-35	18	-
Mo	1,3-1,9	1,0-1,9	1,1-1,2	0,5-2,0	0,1-0,3	0,3	-	1,2	-

⁽¹⁾ Tipo de folha coletada: folha bandeira; época da coleta: R2 e R3; e número de folhas coletadas: 50 folhas. ⁽²⁾ Tipo de folha coletada: folha bandeira; época da coleta: início do florescimento (50 % de flores visíveis); e número de folhas coletadas: mínimo de 50 folhas. ⁽³⁾ Tipo de folha coletada: folhas recém-maduras; época da coleta: na maturidade; e número de folhas coletadas: 50.

⁽⁴⁾ Tipo de folha coletada: folha Y (posição ocupada em relação à folha mais nova desenrolada acima); época da coleta: meio do perfilhamento; e número de folhas coletadas: 50 folhas por lavoura.

Ca, S e Cu, contidas nos intervalos de confiança dos teores médios nas diferentes classes de produtividade das lavouras arroseiras; as exceções foram o Mg, Zn e Mo, cuja faixa ótima foi apenas parcialmente contida em lavouras de baixa produtividade e, para toda a população, B, parcialmente contida nessas mesmas lavouras. Para o Fe, o nível crítico determinado pelo método CND esteve contido apenas no intervalo de confiança da média para lavouras de alta produtividade; já o Mn esteve apenas parcialmente contido nas lavouras de alta produtividade. Portanto, esses resultados, principalmente para os macronutrientes, acompanham os encontrados por Guindani et al. (2009).

Por sua vez, pelo método da Chance Matemática para a maioria dos nutrientes (N, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo), os valores da faixa de suficiência foram maiores que aqueles determinados pelo intervalo de confiança da média dos respectivos teores foliares. As exceções a essa regra foram a faixa de suficiência para P e Mg, determinada pelo método da ChMatR_{50%}, cujos valores estiveram contidos no intervalo de confiança da média para as lavouras de alta produtividade (Quadros 1 e 2).

A faixa adequada determinada pelo método ChMatR_{40%} foi maior que o intervalo de confiança da média dos teores nutricionais, estando o intervalo de confiança da média dos teores das lavouras de alta produtividade contidos na faixa adequada de todo os nutrientes (Quadros 1 e 2). Para o método ChMatR_{50%},

Quadro 2. Intervalo de confiança (99 %) para os teores foliares de macro e micronutrientes para o total das lavouras, lavouras de alta e baixa produtividades

Nutriente	Intervalo de confiança		
	Lavoura		
	Total	Alta produtividade	Baixa produtividade
	g kg ⁻¹		
N	25-26	24-26	25-26
P	2,0-2,1	1,9-2,1	2,0-2,1
K	12-13	12-13	12-13
Ca	2,9-3,2	2,7-3,3	2,9-3,2
Mg	1,5-1,6	1,4-1,6	1,5-1,6
S	1,8-1,9	1,7-1,9	1,8-1,9
	mg kg ⁻¹		
B	6,3-7,4	6,7-9,1	5,9-7,0
Cu	4,3-4,7	4,2-5,1	4,3-4,7
Fe	107-125	96-120	107-132
Mn	495-621	511-778	453-594
Zn	18-20	17-19	18-21
Mo	1,2-1,3	1,1-1,5	1,1-1,3

para os nutrientes N, K, Ca, S, B, Fe e Zn, foi constatada a mesma tendência, enquanto para P, Mg, Cu, Mn e Mo a concordância foi apenas parcial.

Por sua vez, a faixa adequada delimitada pelo método da CND, além de apresentar menor amplitude, apresentou o limite inferior da faixa de suficiência fora do intervalo de confiança da média para Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Mo, enquanto o limite superior esteve contido no intervalo de confiança das respectivas médias dos teores foliares (Quadros 1 e 2).

Guindani et al. (2009) relatam que houve correlações lineares positivas entre os teores nutricionais e os índices DRIS nessas mesmas lavouras arroseiras. Para os nutrientes Ca, Mg, Cu e Zn, os coeficientes de determinação foram acima de 0,50, enquanto para N, P, K e S os coeficientes de determinação foram abaixo de 0,50. Para Mn, B e Mo, as correlações foram positivas e logarítmicas. Nesse sentido, a proximidade observada entre os teores médios e os limites da faixa adequada, determinada pelo intervalo de confiança nas lavouras nutricionalmente equilibradas, pode ser uma simples consequência matemática da distribuição normal dos teores nutricionais na população estudada.

Houve, em geral, pouca proximidade entre os valores publicados na literatura e as faixas de suficiência determinados pelos métodos da Chance Matemática e CND. À exceção de Mn e Mo, as faixas de suficiência sugeridas pela literatura (Cantarella & Furlani, 1997; Malavolta et al., 1997; Martinez et al., 1999; CQFS RS/SC, 2004) apresentam maior amplitude de valores, principalmente, por causa do maior valor para o limite superior da faixa de suficiência. As principais exceções foram os níveis críticos sugeridos por Tanaka & Yoshida (1970), cujo valor de N (25 g kg⁻¹) esteve contido nas faixas de suficiência de N determinadas pelos métodos da Chance Matemática (25 a 28 e 23 a 28 g kg⁻¹) e CND (25 a 26 g kg⁻¹) ou foi mesmo inferior a esses, como para P (1,0 g kg⁻¹), K (10 g kg⁻¹) e Fe (70 g kg⁻¹), respectivamente para as faixas de P (1,7 a 2,5 g kg⁻¹, ChMatR_{40%}), K (11 a 15 g kg⁻¹, ChMatR_{40%}) e Fe (87 a 173 g kg⁻¹, ChMatR_{50%}), sempre considerando a faixa de suficiência que resultou em menor valor para o seu limite inferior.

A determinação do nível crítico ou das faixas de suficiência requer ensaios de adubação controlados, em que somente o nutriente avaliado tem sua disponibilidade variável em razão da produtividade, ficando, assim, fácil estabelecer a dependência entre o aumento da disponibilidade do nutriente e a produtividade da lavoura (Serra et al., 2010). Esse tipo de informação não é possível com dados de lavouras comerciais, em que inúmeros fatores variam simultaneamente como nutrientes, solos, clima e cultivares.

Contudo, uma vez estabelecidas as faixas de suficiência (deficiente, adequado e excesso), espera-se que lavouras com teores de nutrientes nas faixas de

deficiência tenham produtividade inferior que aquelas adequadamente nutridas.

Ao avaliar a produtividade média das lavouras arrozeiras em razão das diferentes faixas de suficiência de N, estabelecidas pelos diferentes métodos e autores, verifica-se que a maioria apresenta produtividades médias independentemente da faixa de suficiência estabelecida, à exceção da faixa de suficiência indicada por Martinez et al. (1999), cuja produtividade das lavouras deficientes foi inferior à das adequadamente nutridas, pelo teste de Tukey a 5 % e teste de médias para o contraste (lavouras adequadas *vs* deficientes) ($p=0,013$). As lavouras consideradas deficientes pelo método da $g\text{ kg}^{-1}$, ChMatR_{40%}, também indicaram produtividade menor que as adequadamente nutridas pelo teste de médias para o contraste (lavouras adequadas *vs* deficientes) ($p=0,020$) (Quadro 3).

Considerando essas informações e a faixa de suficiência de N, atualmente adotada para o Rio Grande do Sul de 26 a 42 $g\text{ kg}^{-1}$ (CQFS RS/SC, 2004), essa faixa para valores adequados para N, pelo método da ChMatR_{40%}, poderia ser de 23 a 28 $g\text{ kg}^{-1}$. Nesse caso, 20 % das lavouras monitoradas seriam potencialmente responsivas para aumento da dose de N, desde que sejam cultivares com maior eficiência na utilização de N (Duan et al., 2007).

Para P, somente as faixas de suficiência indicadas pela CQFS RS/SC (2004) e por Malavolta et al. (1997) apresentaram diferenças na produtividade média das lavouras da faixa deficiente, em relação à faixa adequada; contudo, a produtividade média das lavouras deficientes foi superior à das lavouras adequadamente nutridas (Quadro 3), sugerindo que o nível ótimo esteja abaixo de 2,5 $g\text{ kg}^{-1}$. Para o teste de médias do contraste, lavouras em excesso *vs* deficientes, obtidas pelo método da ChMatR_{50%}, verificou-se que a segunda maior produtividade média (7.435 kg ha^{-1}) das lavouras deficientes (valores inferiores a 1,9 $g\text{ kg}^{-1}$) diferiu das com excesso (valores superiores a 2,0 $g\text{ kg}^{-1}$).

Ainda, mesmo não havendo significância estatística entre as demais faixas de suficiência, a maior produtividade média foi indicada pela faixa de suficiência pelo método da CND, para lavouras com nutrição adequada (2,0 a 2,1 $g\text{ kg}^{-1}$). Além da pequena amplitude dessa faixa, seu limite superior foi muito inferior ao valor atualmente adotado. Esses resultados sugerem que a faixa de suficiência ideal pode ser distinta dos limites adotados no Rio Grande do Sul (entre 2,5 a 4,8 $g\text{ kg}^{-1}$) (CQFS RS/SC, 2004) e superior à sugerida por Martinez et al. (1999) (entre 1,4 a 1,6 $g\text{ kg}^{-1}$).

Deve-se também considerar se outro fator não estaria impedindo o melhor aproveitamento da nutrição fosfatada, uma vez que, com base nas faixas de suficiência indicadas pela CQFS RS/SC (2004), 317 lavouras de um total de 355 (90 % das lavouras)

estariam na faixa de deficiência, inclusive, justamente aquelas com maiores produtividades médias (Quadro 3).

Para o K, lavouras consideradas deficientes por Guindani et al. (2009) e Cantarella & Furlani (1997) foram as mais produtivas, indicando que a melhor nutrição estaria abaixo de 12,5 ou 13 $g\text{ kg}^{-1}$ (Quadro 3). Pelas faixas de suficiência indicadas pela CND e pela ChMatR_{50%}, não houve diferença entre as produtividades de lavouras deficientes e adequadas; porém, considerando-se especialmente a faixa de suficiência pela CND, as lavouras deficientes diferiram daquelas com excesso ($p=0,052$, Quadro 3). Portanto, também para K, a faixa de suficiência ótima parece estar entre 11 e 14 $g\text{ kg}^{-1}$, inferior ao valor atualmente recomendado para o Rio Grande do Sul que é de 15 a 40 $g\text{ kg}^{-1}$ (CQFS RS/SC, 2004). Mesmo com esses valores mais baixos para a faixa de suficiência ótima, ainda assim 30 % das lavouras arrozeiras estariam deficientes em K.

Para os nutrientes Ca e Mg, nenhum dos critérios utilizados ou indicados na literatura evidenciou haver diferença na produtividade entre lavouras com deficiência, adequadas ou com excesso de Ca ou Mg (Quadro 3), pelo teste de Tukey a 5 % ou pelos contrastes testados, sendo a única exceção as faixas de suficiência indicadas pelo método da CND, que indicou que lavouras arrozeiras deficientes em Ca apresentam maior produtividade que aquelas com excesso de Ca (Quadro 3) ($p=0,032$). Como há elevada sobreposição na amplitude das faixas de suficiência indicada pelos diferentes métodos e pela literatura, não se pode aferir com certeza sobre a adequação de valores mais baixos para a faixa ótima de suficiência para Ca.

Por sua vez, para S, pelas faixas de suficiência determinadas pelos métodos da CND e ChMatR_{50%}, foi possível distinguir quanto à produtividade média e às lavouras deficientes daquelas com excesso, não diferindo, entretanto, aquelas deficientes das nutridas adequadamente (Quadro 3). Esses resultados sugerem que o limite superior da faixa adequada deve ser de no máximo 2,0 $g\text{ kg}^{-1}$, valor esse menor ao utilizado atualmente no Rio Grande do Sul (CQFS RS/SC, 2004), havendo possibilidade de que os valores do limite inferior da faixa ótima indicados por Cantarelli & Furlani (1997), de 1,4 $g\text{ kg}^{-1}$, ou Malavolta et al. (1997), de 1,5 $g\text{ kg}^{-1}$, sejam adequados. Adotados qualquer um desses limites inferiores, a porcentagem de lavouras deficientes em S seria inferior a 7 % das lavouras arrozeiras.

Para o B, as faixas de suficiência indicadas por Guindani et al. (2009) e Cantarella & Furlani (1997) distinguem as lavouras arrozeiras deficientes daquelas adequadas quanto à produtividade média (Quadro 4), não havendo praticamente ocorrência de lavouras com excesso nas faixas propostas por Cantarella & Furlani (1997) e CQFS RS/SC (2004), à exceção de uma única lavoura na faixa proposta por Cantarella & Furlani (1997). Adicionalmente, a indicação apenas do nível

Quadro 3. Número de lavouras deficientes (n D), adequadas (n A) e com excesso (n E) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre; produtividade média das lavouras deficientes (Pr D), adequadas (Pr A) e com excesso (Pr E), respectivamente para cada um desses nutrientes, e probabilidade da significância da análise de variância dos dados de produtividade das lavouras com diferentes disponibilidades de cada nutriente (Anova) e dos contrastes entre lavouras adequadas e deficientes (S vs. D) e entre lavouras deficientes e com excesso (E vs.D), em razão das faixas de suficiência determinada pelo método da Chance Matemática Relativa (ChMatR) a 50 e 40 %, método da CND e pela literatura

Parâmetro Estatístico	ChMatR (%)		CND	CQFS (2004)	Cantarella & Furlani (1997)	Martinez et al. (1999)	Malavolta et al. (1997)	Guindani et al. (2009)	Tanaka & Yoshida (1970)
	50	40							
Nitrogênio									
n D	159	69	159	210	247	69	345	210	159
n A	138	228	88	136	96	178	1	136	187
n E	49	49	99		3	99			
Pr D (kg ha ⁻¹)	7152 a	6882 a	7152 a	7209 a	7225 a	6882 a	7193	7208 a	7152 a
Pr A (kg ha ⁻¹)	7270 a	7305 a	7357 a	7163 a	7133 a	7358 b	6000	7163 a	7223 a
Pr E (kg ha ⁻¹)	7091 a	7091 a	7103 a		6147 a	7103 ab			
Anova	0,655	0,069	0,401		0,356	0,037		0,767	0,631
S vs.D	0,450	0,020	0,264	0,767	0,570	0,013			
E vs.D	0,800	0,413	0,780		0,084	0,279			
Fósforo									
n D	90	37	15	318	54	11	318	125	
n A	72	296	75	37	300	26	37	230	355
n E	193	22	265		1	318			
Pr D (kg ha ⁻¹)	7435 a	7270 a	7288 a	7234 b	7338 a	7181 a	7234 b	7371 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7171 a	7204 a	7465 a	6771 a	7159 a	7307 a	6772 a	7085 a	7186
Pr E (kg ha ⁻¹)	7075 a	6796 a	7101 a		7150	7176 a			
Anova	0,113	0,366	0,116	0,049	0,673	0,894	0,049	0,057	
S vs.D	0,226	0,773	0,638		0,319	0,807			
E vs.D	0,027	0,133	0,606			0,991			
Potássio									
n D	107	65	107	286	167	107	355	167	45
n A	179	254	123	69	188	248		188	310
n E	69	36	125						
Pr D (kg ha ⁻¹)	7293 a	7281 a	7293 b	7247 a	7388 b	7293 a	7186	7388 b	7017 a
Pr A (kg ha ⁻¹)	7213 a	7198 a	7458 b	6934 a	7006 a	7140 a		7006 a	7211 a
Pr E (kg ha ⁻¹)	6934 a	6927 a	6826 a						
Anova	0,207	0,440	0,001	0,086	0,008	0,328		0,008	0,371
S vs.D	0,653	0,651	0,370						
E vs.D	0,052	0,165	0,004						
Cálcio									
n D	57	57	158	93	93	354	354	174	0
n A	220	220	51	217	262	1	1	181	0
n E	78	78	146	45					0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7357 a	7357 a	7343 a	7398 a	7398 a	7181	7181	7310 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7215 a	7215 a	7178 a	7118 a	7111 a	8830	8830	7066 a	
Pr E (kg ha ⁻¹)	6977 a	6977 a	7019 a	7077 a					
Anova	0,240	0,240	0,116	0,212	0,079	0,225	0,225	0,090	
S vs.D	0,523	0,523	0,503	0,115					
E vs.D	0,116	0,116	0,032	0,132					
Magnésio									
n D	128	59	33	165	165	355	355	165	0
n A	74	259	60	189	190			190	0
n E	153	37	262	1					0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7273 a	7171 a	6977 a	7234 a	7234 a	7186	7186	7234 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7188 a	7191 a	7374 a	7148 a	7143 a			7144 a	

Continua...

Quadro 3. Cont.

Parâmetro Estatístico	ChMatR (%)		CND	CQFS (2004)	Cantarella & Furlani (1997)	Martinez et al. (1999)	Malavolta et al. (1997)	Guindani et al. (2009)	Tanaka & Yoshida (1970)
	50	40							
Pr E (kg ha ⁻¹)	7112 a	7169 a	7169 a	6300 a					
Anova	0,617	0,992	0,372	0,678	0,532			0,532	
S vs.D	0,694	0,926	0,235	0,559					
E vs.D	0,336	0,994	0,481						
					Enxofre				
n D	81	81	81	256	13	355	24	128	0
n A	207	242	121	95	338		264	227	0
n E	67	32	153	4	4		67		0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7367 b	7367 a	7367 b	7331 a	7077 a	7186	6988 a	7302 a	
Pr A(kg ha ⁻¹)	7262 ab	7171 a	7383 b	6809 a	7194 a		7320 a	7120 a	
Pr E (kg ha ⁻¹)	6731 a	6838 a	6934 a	6825 a	6825 a		6731 a		
Anova	0,008	0,168	0,01	0,005	0,827		0,005	0,227	
S vs.D	0,580	0,291	0,939	0,001	0,699		0,265		
E vs.D	0,004	0,045	0,024	0,210	0,573		0,415		

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %, quando comparadas com três grupos de médias ou pelo teste t a 5 %, quando comparados dois grupos de médias. Ausência de letras após a média indica impossibilidade do teste de médias por número insuficiente de lavouras no grupo considerado.

crítico por Guindani et al. (2009) também não permite essa distinção.

As faixas de suficiência indicadas pelos métodos da Chance Matemática e CND distinguem aquelas deficientes daquelas com excesso de B, embora com amplitude muito inferior aos valores adotados por Cantarella & Furlani (1997), 4 a 25 mg kg⁻¹, ou mesmo no Rio Grande do Sul, 20 a 100 mg kg⁻¹ (CQFS RS/SC, 2004).

As diferentes faixas de suficiência indicadas para o Cu não foram efetivas em distinguir as lavouras quanto à produtividade, tanto para os métodos testados como para aquelas indicadas na literatura (Quadro 4). Embora as faixas evidenciadas pelos métodos da Chance Matemática e CND sejam inferiores aos indicados na literatura, não há indicações que justifiquem alterações nos valores atualmente indicados na literatura (Quadro 1).

Quanto ao Fe, as faixas indicadas pelos métodos da ChMatR_{50%} e da CND estiveram contidas nos valores indicados por CQFS RS/SC (2004) e Cantarella & Furlani (1997), embora não tenham sido capazes de distinguir a produtividade média das lavouras deficientes daquelas adequadas (Quadros 1 e 4). Importante destacar que houve distinção entre lavouras deficientes e em excesso, pelo método da Chance Matemática, e entre as em excesso e demais lavouras, pelas faixas de suficiência indicadas por Cantarella & Furlani (1997), sugerindo que os valores indicados por esses autores possam ser os mais indicados para a avaliação do estado nutricional das lavouras quanto à nutrição com Fe.

Em relação ao Mn e Zn, nenhum dos métodos testados ou valores indicados pela literatura foi efetivo

em distinguir a produtividade média das lavouras arrozeiras quanto ao seu estado nutricional (Quadro 4). Em geral, os valores indicados pelos métodos da ChMatR_{50%} e CND estiveram contidos nas faixas sugeridas por CQFS RS/SC (2004) (Quadro 1). Além disso, tanto para Mn como para Zn, os valores calculados acompanharam a distribuição normal das médias, refletindo, possivelmente, uma condição imposta pela disponibilidade do elemento nos solos (Quadro 2).

Para o Mo, somente pelas faixas de suficiência indicadas pelo método da ChMatR_{40%} distinguiram-se as produtividades das lavouras deficientes daquelas com excesso, pelo teste de Tukey (Quadro 4). Embora a faixa de suficiência proposta por esse método esteja contida na sugerida por CQFS RS/SC (2004), a maior produtividade foi obtida nas lavouras indicadas como em excesso de Mo, o que sugere revisão pelo menos do limite superior da faixa de suficiência.

Houve pouca concordância entre os valores das faixas de suficiência indicados pelos métodos da Chance Matemática e da CND e os respectivos valores indicados na literatura, sugerindo a necessidade de revisão dos valores críticos para a interpretação do estado nutricional das lavouras arrozeiras. Essa revisão pode resultar em melhor produtividade das lavouras e ainda otimizar o uso de fertilizantes, com impactos positivos nos pontos de vista econômico e ambiental.

Entretanto, os dados não permitem concluir os procedimentos utilizados para definir o nível crítico pelos métodos da Chance Matemática e da CND, que podem ser adotados em substituição aos métodos convencionais.

Quadro 4. Número de lavouras deficientes (n D), adequadas (n A) e com excesso (n E) de boro, cobre, ferro, manganês, zinco e molibdênio; produtividade média das lavouras deficientes (Pr D), adequadas (Pr A) e com excesso (Pr E) de cada um desses micronutrientes; e probabilidade da significância da análise de variância dos dados de produtividade das lavouras com diferentes disponibilidades desses micronutrientes (Anova) e dos contrastes entre lavouras adequadas e deficientes (S vs.D) e entre lavouras deficientes e com excesso (E vs. D), em razão das faixas de suficiência determinadas pelo métodos da Chance Matemática Relativa (ChMatR) a 50 e 40 %, pelo método da CND e pela literatura

Parâmetro Estatístico	ChMatR (%)		CND	CQFS (2004)	Cantarella & Furlani (1997)	Martinez et al. (1999)	Malavolta et al. (1997)	Guindani et al. (2009)	Tanaka & Yoshida (1970)
	50	40							
Boro									
nn D	186	186	186	342	61	345	345	186	0
n A	118	118	36	3	283			159	0
n E	41	41	123		1				0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7030 a	7030 a	7030 a	7174	6698 a	7182	7182	7030 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7302 a	7302 a	7229 a	8070	7279 b			7360 b	
Pr E (kg ha ⁻¹)	7530 a	7530 a	7399 a		9090				
Anova	0,051	0,051	0,063	0,256	0,004			0,024	
S vs.D	0,089	0,089	0,448		0,001				
E vs.D	0,035	0,035	0,018						
Cobre									
n D	215	71	71	215	13	13	351	71	0
n A	65	249	209	140	342	342	4	284	0
n E	75	35	75						0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7253 a	7177 a	7177 a	7253 a	6882 a	6882 a	7175 a	7177 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7104 a	7214 a	7232 a	7083 a	7198 a	7198 a	8181 a	7188 a	
Pr E (kg ha ⁻¹)	7066 a	7005 a	7065 a						
Anova	0,509	0,695	0,659	0,250	0,411	0,411	0,140	0,952	
S vs.D	0,411	0,847	0,779						
E vs.D	0,285	0,566	0,618						
Ferro									
n D	121	121	165	38	38	342	329	174	38
n A	197	211	51	308	291	11	17	179	315
n E	35	21	137	7	24		7		
Pr D (kg ha ⁻¹)	7222 a	7222 a	7296 a	7210 a	7210 b	7199 a	7243 a	7292	7210 a
Pr A (kg ha ⁻¹)	7254 a	7227 a	7119 a	7196 a	7247 b	6883 a	6332 a	7090	7187 a
Pr E (kg ha ⁻¹)	6717 a	6616 a	7087 a	6771 a	6460 a		6771 a		
Anova	0,093	0,137	0,380	0,713	0,024	0,448	0,018	0,163	0,920
S vs.D	0,839	0,968	0,366	0,956	0,884		0,010		
E vs.D	0,048	0,025	0,189	0,253	0,028		0,154		
Manganês									
n D	186	186	193		3	7	11	211	0
n A	66	119	30	242	162	348	23	144	0
n E	103	50	132	113	190		321		0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7097 a	7097 a	7102 a		6604 a	6774 a	6880 a	7023 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7309 a	7292 a	7283 a	7157 a	7065 a	7194 a	6715 a	7337 a	
Pr E (kg ha ⁻¹)	7267 a	7265 a	7287 a	7248 a	7298 a		7230 a		
Anova	0,425	0,431	0,446	0,554	0,210	0,418	0,160	0,083	
S vs.D	0,333	0,243	0,546		0,525		0,668		
E vs.D	0,275	0,378	0,219		0,367		0,253		
Zinco									
n D	52	52	111	216	1	350	334	146	
n A	293	293	64	138	352	5	18	209	
n E	10	10	180	1	2		3		
Pr D (kg ha ⁻¹)	7451 a	7451 a	7375 a	7212 a	7000 a	7175 a	7203 a	7302 a	
Pr A (kg ha ⁻¹)	7138 a	7138 a	7047 a	7142 a	7185 a	7980 a	6783 a	7105 a	

Continua...

Quadro 4. Cont.

Parâmetro Estatístico	ChMatR (%)		CND	CQFS (2004)	Cantarella & Furlani (1997)	Martinez et al. (1999)	Malavolta et al. (1997)	Guindani et al. (2009)	Tanaka & Yoshida (1970)
	50	40							
Pr E (kg ha ⁻¹)	7220 a	7220 a	7119 a	7500	7425 a		7679 a		
Anova	0,307	0,307	0,195	0,873	0,960	0,188	0,361	0,179	
S vs.D	0,072	0,072	0,108	0,646			0,151		
E vs.D	0,544	0,544	0,128				0,199		
Molibdênio									
n D	207	117	168	14		3	0	187	0
n A	109	199	39	311	7	352	0	168	0
n E	39	39	148	30	349		0		0
Pr D (kg ha ⁻¹)	7131 a	7045 a	7101 a	6958 a		6317 a		7095 a	
Pr A(kg ha ⁻¹)	7152 a	7194 ab	7264 a	7160 a	6710 a	7193 a		7287 a	
Pr E (kg ha ⁻¹)	7569 a	7569 b	7262 a	7565 a	7196 a				
Anova	0,173	0,111	0,500	0,239	0,349	0,265		0,181	
S vs.D	0,895	0,324	0,491	0,563					
E vs.D	0,107	0,063	0,296	0,180					

CONCLUSÕES

1. A faixa de teores foliares adequados, consistentes com maior produtividade média das lavouras arrozeiras, foi indicada ser de 23 a 28 g kg⁻¹, para N; de 11 a 14 g kg⁻¹, para K; de 1,4 a 2,0 kg⁻¹, para S; e de 70 a 200 mg kg⁻¹, para Fe.

2. A faixa de suficiência indicada para B, foi de 6 a 12 mg kg⁻¹, embora nenhuma das faixas testadas tenha indicado a capacidade para distinguir as lavouras arrozeiras quanto à produtividade média.

3. A capacidade de distinguir nas lavouras arrozeira as faixas adequadas testadas quanto à produtividade média e em relação aos teores de P, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Mo, não se concretizou.

4. Os valores das faixas de suficiência indicados pelos métodos da Chance Matemática e da CND e os respectivos valores indicados na literatura foram pouco concordantes entre esses.

5. O método da Chance Matemática indicou faixas de suficiência mais amplas que aquelas indicadas pelo método da CND e, em geral, com valores inferiores aos indicados na literatura.

LITERATURA CITADA

- CANTARELLA, H. & FURLANI, P.R. Cereais. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, IAC, 1997. p.45-71.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS RS/SC. Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C. & MITCHEL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Sci*, 40:436-443, 2000.
- DUAN, Y.H.; ZHANG, Y.L.; YE, L.T.; FAN, X.R.; XU, G.H. & SHEN, Q.R. Response of rice cultivars with different nitrogen use efficiency to partial nitrate nutrition. *Ann. Bot.*, 99:1153-1160, 2007.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; MOREIRA, A. & GUIMARÃES, C.M. Foliar fertilization of crop plants. *J. Plant Nutr.*, 32:1044-1064, 2009.
- GUINDANI, R.H.P.; ANGHINONI, I. & NACHTIGALL, G.R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:109-118, 2009.
- GUINDANI, R.H.P. DRIS para avaliação do estado nutricional do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 94p. (Dissertação de Mestrado)
- KURIHARA, C.H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 101p. (Tese de Doutorado)
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. 319p.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. & SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5.ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-CFSEMG, 1999. p.143-168.
- PARENT, L.E. & DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 117:239-242, 1992.
- PARENT, L.E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. *R. Bras. Frutic.*, 33:321-334. 2011.

- SERRA, A.P.; MARCHETTI, M.E.; VITORINO, A.C.T.; NOVELINO, J.O. & CAMACHO, M.A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos CHM, CND e DRIS. R. Bras. Ci. Solo, 34:105-113, 2010.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DO ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. Arroz irrigado - Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria, 2005. 159p.
- SOUZA, R.F.; LEANDRO, W.M.; SILVA, N.B.; CUNHA, P.C.R. & XIMENES, P.A. Diagnose nutricional pelos métodos DRIS e faixas de concentração para algodoeiros cultivados sob cerrado. Pesq. Agropec. Trop., 41:220-228, 2011.
- TANAKA, A. & YOSHIDA, S. Nutritional disorders of the rice plant in Asia. Los Baños, International Rice Research Institute, 1970. 51p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C. & MARCHETTI, M.E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos: Chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. R. Bras. Ci. Solo, 31:63-72, 2007.
- WADT, P.G.S.; SILVA, L.M. & CATANI, V. Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de pimenta longa. Rio Branco, Embrapa Acre, 2012. 6p.
- WADT, P.G.S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. R. Bras. Ci. Solo, 29:227-234, 2005.