

# CALAGEM PARA A CULTURA DO ARROZ

Morel Pereira Barbosa Filho<sup>1</sup>  
José Francisco Valente Moraes<sup>2</sup>  
José Flávio Dynia<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo do arroz na região Centro-oeste e partes limítrofes do estado de Minas Gerais sempre esteve associado à abertura da fronteira agrícola, onde os solos são naturalmente ácidos e de baixa fertilidade. Embora esta cultura seja considerada tolerante para com a acidez – ela pode ser cultivada sem problemas em solos com acidez média (pH 5-5,5), sendo necessário apenas o fornecimento de nutrientes – há de se considerá-la dentro de um sistema de exploração agrícola. De modo geral, em áreas de Cerrado, o arroz tem sido cultivado basicamente com a finalidade de formar pastagens ou de preparar a terra para o cultivo posterior de soja, feijão e outras culturas conduzidas com irrigação por pivô central.

Esta situação, entretanto, condiciona o agricultor a usar quantidades insuficientes de insumos consideradas indispensáveis para aumentar a fertilidade dos solos e a produtividade do arroz. Talvez, por esta razão, nestes dez últimos anos, foi possível aumentar a produtividade do arroz de sequeiro em somente 200kg/ha, ou seja, de 1.100kg/ha em 1978, para 1.300kg/ha em 1988.

Porém, a inclusão do arroz dentro de um sistema de exploração agrícola, principalmente com irrigação, poderá trazer dificuldades pela diferença nos requerimentos nutricionais de cada espécie envolvida. O milho, feijão, soja, trigo, algodoeiro e hortaliças, espécies mais comumente cultivadas, são exigentes em satu-

ração de bases e desenvolvem-se bem, quando os solos são corrigidos para valores de pH maiores que 6,0. O arroz, ao contrário, não responde ou responde pouco ao calcário e é comum a indução de deficiências de micronutrientes como Zn e Fe, nos solos de Cerrado corrigidos para pH acima de 6,0.

No caso do arroz irrigado por inundação contínua, as condições de redução do solo prevaletentes após a inundação garantem um pH elevado e o suprimento dos nutrientes, que, nas condições oxidadas (várzea não inundada), seriam de baixa solubilidade. O Quadro 1 mostra o efeito da calagem na produção de arroz de sequeiro, em um Latossolo Vermelho-escuro, e na de arroz irrigado, em um solo Gley Pouco Húmico.

## RESPOSTA À CALAGEM

A calagem para a cultura do arroz deve ser feita visando, prioritariamente,

ao suprimento nutricional da planta em Ca e Mg e não como meio de correção de acidez, uma vez que o arroz, além de ser considerado tolerante para com a acidez, pode absorver os nutrientes de que necessita na faixa de pH 4,5-5,5. O mesmo não acontece com outras culturas, como milho, feijão e soja, que não toleram níveis muito altos de Al trocável, e possuem suas necessidades relativas de Ca e Mg mais elevadas.

Entre as cultivares de arroz existe diferença quanto à resposta à calagem. Algumas delas, selecionadas em solos com elevados teores de bases (Ca, Mg, e K), necessitam de calcário para obter bons rendimentos. Como no Brasil as cultivares de arroz de sequeiro foram selecionadas em solos ácidos e pobres em bases, em geral elas são bem adaptadas a estas condições.

A extração de Ca pela cultura do arroz é pouco maior do que a de Mg, sen-

QUADRO 1 – Efeito da Calagem sobre a Produtividade do Arroz, Com e Sem Micronutrientes

Tratamento	Produtividade (kg/ha)	
	Sequeiro	Irigado
Testemunha	2.310	9.400
Calagem <sup>(1)</sup> + Micronutrientes	2.220	9.550
Calagem – Micronutrientes	2.050	10.060
Sem calagem + Micronutrientes <sup>(2)</sup>	2.400	

<sup>(1)</sup> Calagem para arroz de sequeiro, com base no Al trocável e Ca + Mg e para o arroz irrigado, com base na saturação de bases (85%). <sup>(2)</sup> Micronutrientes = FTE BR-12, 60kg/ha.

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr. – Pesq./EMBRAPA/CNPAF – Caixa Postal 179 – CEP 74000 Goiânia, GO.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D. – Pesq./EMBRAPA/CNPAF – Caixa Postal 179 – CEP 74000 Goiânia, GO.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc. – Pesq./EMBRAPA/CNPAF – Caixa Postal 179 – CEP 74000 Goiânia, GO.

do que a concentração máxima desses nutrientes ocorre na palha. A incorporação dos restos culturais devolve ao solo grande quantidade de Ca e Mg acumulada pelas plantas, à semelhança do que ocorre com o K (Quadro 2).

Observa-se, neste Quadro, que o arroz, para obter bons rendimentos, extrai, em termos médios, cerca da metade de Ca e quatro a cinco vezes menos Mg do que necessitam as culturas de milho e soja. Talvez a baixa exigência de Ca e Mg desta cultura em relação a outras e a incorporação de restos culturais sejam uma explicação para que, até o momento, não tenha sido relatada deficiência desses elementos em arroz, nas condições de campo.

Para a reposição de Ca e Mg no solo, a fonte principal e de menor custo ainda tem sido o calcário. Com relação à correção da acidez, há de se considerar o sistema de cultivo. Isto é, em arroz de sequeiro, embora não se possa negar a importância da calagem, o assunto é controvertido, tendo em vista os resultados nem sempre coerentes observados nos trabalhos experimentais. Em cultura irrigada, por sua vez, durante a inundação do solo, o pH aumenta, o Al precipita e o Ca, Mg, K e outros cátions são deslocados para a solução do solo, além de ocorrer aumento da concentração de Fe, Mn, Zn e Cu disponíveis na solução do solo. Mesmo quando feita a calagem, prevalecem as condições de redução e as modificações citadas anteriormente. Por isso, o arroz inundado não responde à calagem e também não sofre deficiências de micronutrientes com ela, como acontece com o arroz de sequeiro, onde há problemas principalmente de deficiência de Zn, e também de Fe.

No Quadro 3 são apresentados resumos de trabalhos desenvolvidos no Brasil e revisados por Fageria (1983). A maioria dos experimentos foi conduzida por um ano apenas, o que não é suficiente para se chegar a conclusões definitivas. No país, 50% dos trabalhos citados mostram respostas significativas à aplicação de calcário.

Alguns solos são deficientes em Ca e Mg, sem que apresentem problemas de Al. Exemplo disso está em Fageria (1984), que elevou o nível de 0,6 para 4,9 meq/100g de Ca mais Mg, através da calagem, provocando um aumento de

QUADRO 2 – Extração de Ca e Mg por Cultivares de Arroz de Sequeiro e Irrigado na Colheita, em Comparação a outras Culturas

Cultura/Cultivar	Produção (kg/ha)		Extração – kg/ha					
			Palha		Grãos		Total	
	Grãos	Palha	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
ARROZ								
Guarani	2.846	3.092	14,0	8,2	1,34	2,41	15,3	10,6
Centro América	2.301	3.644	10,6	7,5	1,23	2,34	11,8	9,8
CNA 5180	2.484	3.074	9,7	6,6	1,24	2,45	10,9	9,1
IR 665	4.458	3.171	13,2	2,2	3,70	5,50	16,9	7,7
IAC 435	4.155	5.191	18,2	3,4	4,30	4,20	22,5	7,6
IAC 120	4.380	4.191	18,2	3,0	5,00	4,30	23,2	7,3
MILHO <sup>(1)</sup>	9.000	11.001	29,0	34,0	2,00	16,00	31,0	50,0
SOJA	3.400	2.400	31,0	20,0	8,00	17,00	39,0	37,0

FONTE: Furlani et al. (1977) e Lopes (1989).

NOTA: Os dados sobre o arroz foram obtidos em 1990 por Morel Pereira Barbosa Filho e Jaime Roberto Fonseca, pesquisadores da EMBRAPA-CNPAP. São dados não publicados.

<sup>(1)</sup> Colmo + sabugo.

QUADRO 3 – Respostas da Cultura de Arroz ao Calcário

Local	Condições do Experimento	Duração (anos)	Solo	Sistema	Resposta
Pelotas (RS)	Campo	3	Ultissolo	Irrigado	Significativa
Goiânia (GO)	Campo	1	Hidromórfico	Irrigado	Não houve
Vale do Paraíba (SP)	Campo	1	Hidromórfico	Irrigado	Não houve
Pindamonhangaba (SP)	Campo	1	Série Dourada	Irrigado	Não houve
Pelotas (RS)	Casa de vegetação	1	Hidromórfico	Irrigado	Significativa
Goiânia (GO)	Campo	1	Hidromórfico	Irrigado	Não houve
Vários locais de GO	Campo	1	<sup>(1)</sup> LE	Sequeiro	Não houve
Sete Lagoas (MG)	Campo	3	LV	Sequeiro	Significativa
Uberaba (MG)	Campo	1	LE	Sequeiro	Significativa
Anápolis (GO)	Campo	1	LE	Sequeiro	Significativa
Anápolis (GO)	Campo	1	LE	Sequeiro	Não houve
Uberaba (MG)	Campo	1	<sup>(2)</sup> LV	Sequeiro	Significativa
Goiânia (GO)	Casa de vegetação	1	LE	Sequeiro	Não houve
Planaltina (DF)	Campo	1	LE	Sequeiro	Significativa
Goiânia (GO)	Casa de vegetação	1	LE	Sequeiro	Significativa
Goiânia (GO)	Casa de vegetação	1	LE	Sequeiro	Não houve
Goiânia (GO)	Campo	3	Hidromórfico	Irrigado	Não houve
Goiânia (GO)	Campo	3	LE	Sequeiro	Não houve

FONTE: Dados básicos: Fageria (1983).

<sup>(1)</sup> Latossolo vermelho-amarelo. <sup>(2)</sup> Latossolo vermelho-amarelo.

23% na produção de arroz, considerando-se a média de 100 cultivares. Nestas condições é provável que a calagem tenha funcionado mais como fonte de Ca + Mg do que como neutralizante da acidez, pois

o pH original do solo encontrava-se na faixa de 5,1 e com 0,3 meq/100g de Al trocável.

A recomendação de calagem para arroz irrigado é um assunto ainda mais

controvertido do que para arroz de sequeiro, tendo em vista a elevação natural do pH e maior disponibilidade de Ca e Mg em solos inundados. Contudo, de acordo com Machado (1985), a correção do solo no período anterior à inundação, isto é, da emergência ao perfilhamento, é importante, por ser o arroz irrigado sensível ao Al e mais exigente em nutrientes nesta fase inicial de crescimento. Em função disso, o autor recomenda a aplicação de 1t/ha de calcário dolomítico em solos com teores de Ca e Mg abaixo de 5,0 meq/100g de solo.

### EFEITO DO CALCÁRIO NA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES

A acidez do solo é causada pelos íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) na solução do solo e pelo Al nele contido. Na verdade este elemento deve ser considerado apenas um componente de acidez do solo, pois é o Al que gera íons H<sup>+</sup> no compartimento (solução do solo), de onde as plantas retiram os nutrientes para o seu desenvolvimento. Neste compartimento estão presentes vários elementos considerados essenciais à vida das plantas, isto é, na ausência de um deles a planta cresce pouco e não completa seu ciclo vegetativo.

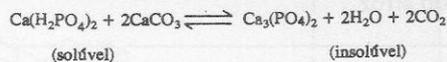
Estes nutrientes são conhecidos como macronutrientes e micronutrientes, dependendo da quantidade em que são exigidos pelas plantas. Os macronutrientes são o N, P, K, Ca, Mg, S, C, H e O. Os micronutrientes são B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. A absorção desses nutrientes pelas raízes é afetada pelo pH ou acidez do solo. Por exemplo, quando um solo é ácido, com um pH em torno de 5,0 a 5,5, tem-se maior disponibilidade de micronutrientes para as plantas, do que quando um solo é corrigido com calcário para pH acima de 6,0, com exceção de Mo e Cl. Por outro lado, nas condições de solo ácido, ocorrem vários prejuízos à produção da maioria das culturas.

Tais prejuízos são consequência da acidez do solo e são devidos, em geral, à toxicidade de Al e deficiência de N, P, Ca e Mg, dentre outros. Daí, a importância da análise de solo, que permite ao produtor fazer um acompanhamento da fertilidade de seu solo e saber qual ou quais nutrientes estão limitando a produção.

A toxicidade de Al está associada a deficiências nutricionais. Teores de Al

acima de 1 meq/100cc de solo geralmente causam uma redução na produção, pois há uma inibição no crescimento das raízes em profundidade, o que reduz a absorção de água e nutrientes, principalmente de P, Ca e Mg.

Nota-se, no Gráfico 1, que o calcário, quando aplicado em quantidade suficiente para elevar o pH até 5,5-6,0, causa um aumento na disponibilidade do P. Mas, com doses muito elevadas de calcário, em geral, ocorre uma diminuição do P extraível do solo (menor disponibilidade), em função da insolubilização do P pela formação de fosfatos de cálcio, como mostra a reação seguinte:



Se por um lado a calagem corrige a acidez do solo e, ao mesmo tempo, fornece Ca e Mg às plantas, por outro pode, quando aplicada em altas doses, provocar deficiências de micronutrientes, dentre os quais Zn, Fe e Mn são os mais afetados

(Barbosa Filho, 1987).

Em solos ácidos sob vegetação de Cerrado, a deficiência de Zn ocorre quando sua quantidade no solo é insuficiente para atender à necessidade das culturas. No entanto, o calcário pode reduzir a disponibilidade do Zn, mesmo quando adicionado ao solo. Isto tem uma implicação prática importante, quando se considera o cultivo do arroz de sequeiro em rotação à soja, o que equivale dizer, que nestas condições, o método de aplicação de micronutrientes também passa a ser limitante. Neste caso, por se tratar de um problema de indisponibilidade, tanto o Zn como o Fe deverão ser suplementados via foliar e não via solo.

Nos Gráficos 2, 3 e 4 pode-se observar que, mesmo adicionando-se Zn ao solo, a aplicação de calcário reduziu a produção de grãos e a absorção total dos micronutrientes Zn, Cu, Mn e Fe pela planta na colheita. Estes resultados estão de acordo com os sintomas visuais de de-

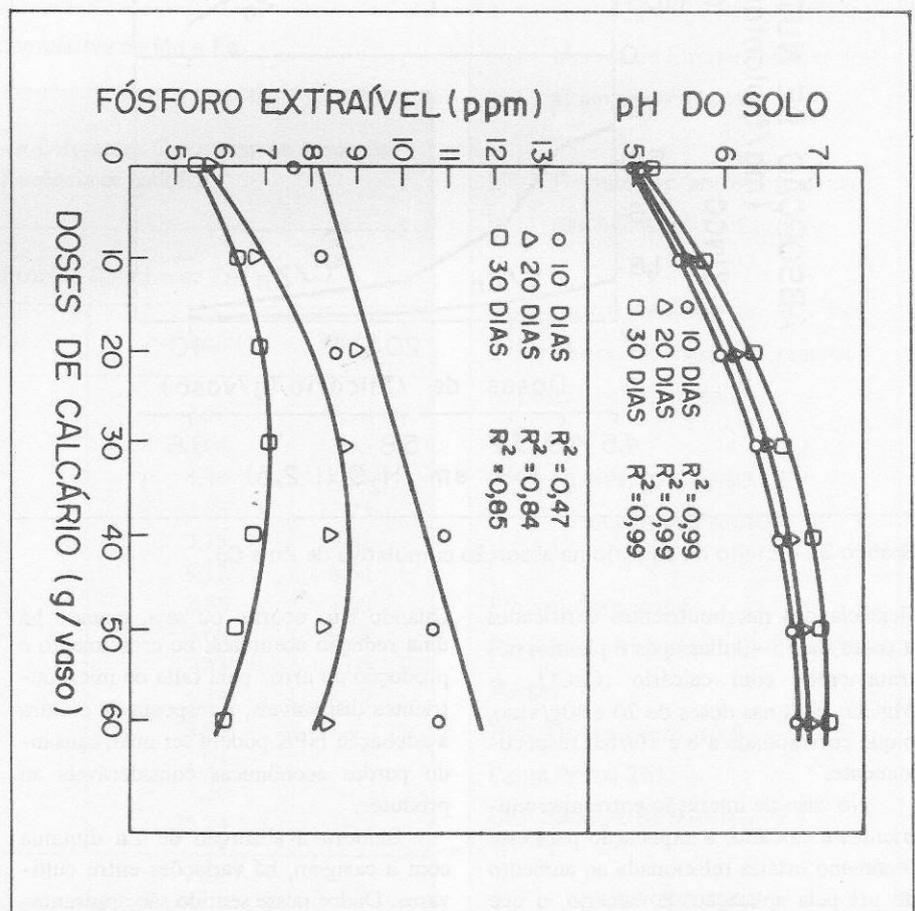


Gráfico 1 – Influência da aplicação de calcário no pH e fósforo extraível do solo.

FONTE : Fageria (1984).

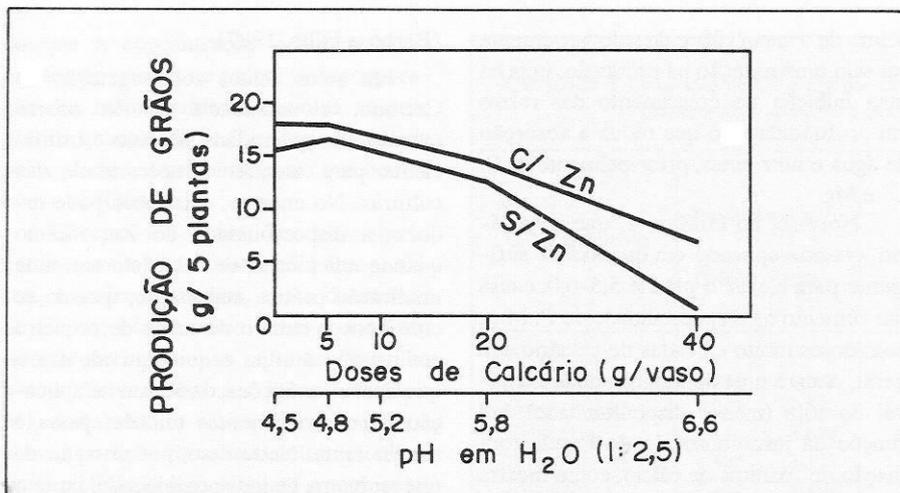


Gráfico 2 – Efeito do calcário na produção do arroz.

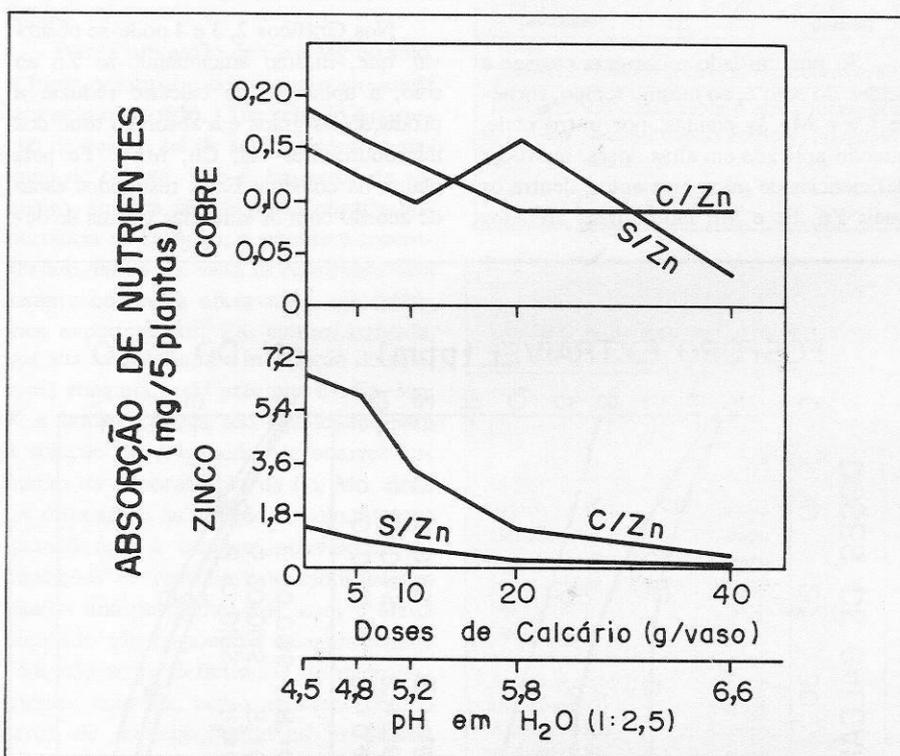


Gráfico 3 – Efeito do calcário na absorção cumulativa de Zn e Cu.

ficiência dos micronutrientes verificados a partir de 35-40 dias após o plantio, nos tratamentos com calcário ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ , p.a.) nas doses de 20 e 40g/vaso, o que corresponde a 8 e 16t/ha, respectivamente.

No caso de interação entre micronutrientes e calcário, a explicação para este fenômeno estaria relacionada ao aumento do pH pela aplicação de calcário, o que diminui a disponibilidade dos micronutrientes para as plantas, e não à quantidade propriamente dita do elemento no solo.

Quando isto ocorre, ou seja, quando há uma redução acentuada no crescimento e produção do arroz pela falta de micronutrientes disponíveis, a resposta da cultura à adubação NPK poderá ser nula, causando perdas econômicas consideráveis ao produtor.

Embora a absorção de Zn diminua com a calagem, há variações entre cultivares. Dados nesse sentido são apresentados no Quadro 4, onde se observam diferenças marcantes na absorção cumulativa de Zn em função da calagem. Mesmo

com a calagem a pH 6,6, as cultivares Guaporé e Mearim absorveram mais Zn em relação às demais.

Na ausência de calagem, as diferenças de absorção de Zn entre as cultivares caracterizam variações de comportamento, no que se refere à capacidade ou à eficiência de absorção de Zn. A cultivar Cuiabana, neste caso, mostrou um comportamento diferenciado em relação às demais.

#### EFEITO DA CALAGEM NO CONTROLE DA TOXICIDADE DE Fe

O perfil típico de um solo inundado é aquele que apresenta uma camada oxidada na parte superior do solo, às custas do oxigênio dissolvido na água de irrigação, e uma camada reduzida logo abaixo. Esta condição de oxidação e redução, que caracteriza um campo de arroz irrigado por inundação contínua, causa certas transformações químicas no solo importantes para o arroz. Uma dessas transformações é a redução do  $\text{Fe}^{+3}$  (insolúvel) para a forma de  $\text{Fe}^{+2}$  (solúvel).

O  $\text{Fe}^{+2}$  solúvel é necessário ao desenvolvimento do arroz, porém, em solos ácidos sua concentração pode atingir um nível tóxico para essa cultura. Em geral, a concentração de  $\text{Fe}^{+2}$  na solução do solo é baixa e raramente ultrapassa 0,1 ppm, mas, como as quantidades de Fe na fase sólida do solo são em geral grandes, a concentração na solução do solo pode alcançar a faixa de centenas de ppm, provocando toxicidade às plantas.

Atualmente, admite-se que a toxicidade de  $\text{Fe}^{+2}$  seja um dos fatores limitantes do rendimento do arroz irrigado em algumas regiões do Brasil, dentre as quais a região Sul de Minas Gerais e o estado do Rio Grande do Sul.

Entre as medidas de controle recomendadas para diminuir o problema de toxicidade de  $\text{Fe}^{+2}$ , podem ser citadas: uso de cultivares tolerantes; calagem; adubação mais equilibrada em K e manejo da água no solo. Destas, a calagem tem sido relativamente eficiente, principalmente nos casos em que se empregam doses maciças de calcário. Devido ao custo desta prática, a administração do calcário pode ser feita gradativamente, ao longo dos anos.

Resultados obtidos por Freire et al. (1985), em um solo de várzea do município de Muriaé-MG, mostraram que, a ca-

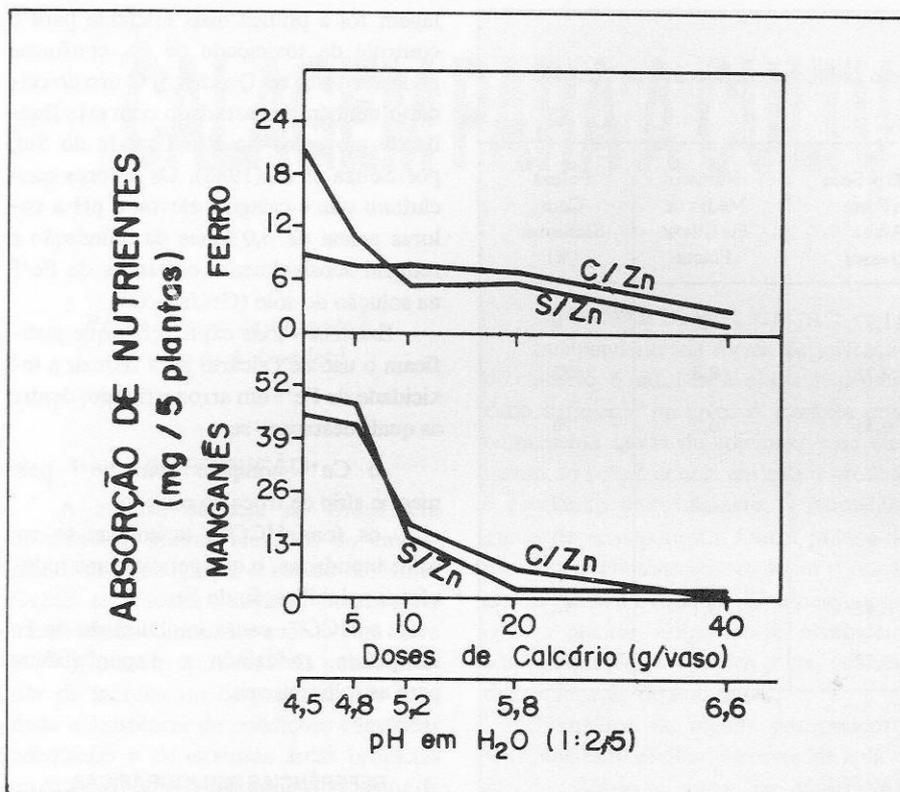


Gráfico 4 – Efeito do calcário na absorção cumulativa de Mn e Fe.

QUADRO 4 – Absorção Relativa de Zn por Diferentes Cultivares de Arroz de Sequeiro, na Presença e na Ausência de Calcário

Cultivares	Absorção Relativa de Zn <sup>(1)</sup>		
	C/Calcário	S/Calcário	Média
Guarani	1,71	2,53	2,12
Centro América	4,16	3,14	3,65
Araguaia	4,09	4,48	4,28
Rio Paranaíba	2,67	2,83	2,75
Cabacu	2,84	3,18	3,01
Cuiabana	4,97	8,12	6,54
Guaporé	11,33	2,85	7,09
IAC 47	5,97	4,60	5,28
IAC 165	3,74	2,41	3,07
Mearim	10,91	5,44	8,17
Média	5,24	3,96	—
DMS/calc. (Tukey 5%)	—	2,03	—
DMS/cult. (Tukey 5%)	—	3,36	—
C.V. (%)	—	26,74	—

$$^{(1)} \text{ Absorção relativa de Zn} = \frac{\text{g Zn absorvido} - \text{Zn}}{\text{g Zn absorvido no Trat.} + \text{Zn}} \times 100$$

### ANÁLISE DE SOLOS (AGROPOSTAL)

**AGRICULTOR:** Aumente sua lucratividade conhecendo o potencial de seu solo

Laboratório de Análises de Solos  
Fazenda Experimental Getúlio Vargas/EPAMIG – UBERABA-MG

#### DETERMINAÇÕES

Alumínio, pH, Hidrogênio, Cálcio, Magnésio, Fósforo, Potássio, Matéria Orgânica e Granulometria.

#### PROCEDIMENTO

- 1 – O agricultor, com orientação técnica da Emater local, retira as amostras de solo.
- 2 – Remete as amostras através das Agências dos Correios.

Após aproximadamente 20 dias, o agricultor receberá, via reembolso postal, os resultados.

### LABORATÓRIO DE SOLOS/EPAMIG

Projeto Agropostal  
Fazenda Experimental Getúlio Vargas  
Rua Afonso Ratto, s/nº  
Caixa Postal 351  
CEP 39060 UBERABA-MG

#### AGROPOSTAL:

Rapidez, facilidade e qualidade na análise de seu solo.

QUADRO 5 – Efeito de Práticas de Manejo do Solo na Produção e Sintomas de Toxicidade de Fe em Arroz Irrigado

Tratamentos	Matéria Seca da Parte Aérea (g/vaso)	Número Médio de Perifilos/ Planta	Folhas Com Sintomas (%)
Calcário – 4t/ha	11,97	9,3	0
Esterco de curral – 20t/ha	9,38	8,8	72
Palha de arroz – 10t/ha	6,31	6,7	76
Pré-submersão – 30 dias antes do transplântio	0,50	1,1	92
Suspensão da lâmina d'água por sete dias durante o ciclo da cultura (15 dias após transplântio)	6,42	8,1	74
Testemunha <sup>(1)</sup>	3,78	4,3	75

FONTE: Freire et al. (1985).  
<sup>(1)</sup> Submersão contínua sem renovação de água.

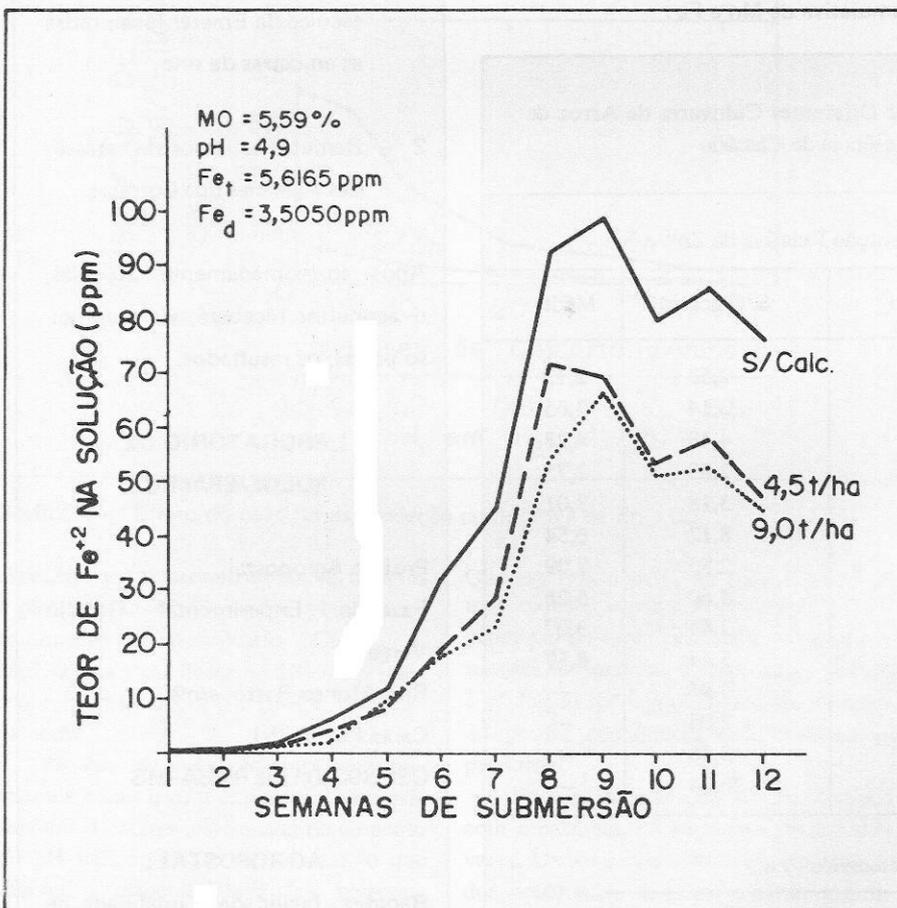


Gráfico 5 – Teores de Fe<sup>2+</sup> na solução do solo em função de níveis de calcário.

FONTE: Souza et al. (1988).

lagem foi a prática mais eficiente para o controle da toxicidade de Fe, conforme pode ser visto no Quadro 5. O uso de calcário também foi estudado com esta finalidade em solos do Rio Grande do Sul, por Souza et al. (1988). Os autores concluíram que a calagem elevou o pH a valores acima de 6,0 antes da inundação e reduziu sensivelmente os teores de Fe<sup>2+</sup> na solução do solo (Gráfico 5).

Existem várias explicações que justificam o uso de calcário para reduzir a toxicidade de Fe<sup>2+</sup> em arroz irrigado, dentre as quais destacam-se:

- o Ca<sup>2+</sup> compete com Fe<sup>2+</sup> pelo mesmo sítio de troca na raiz;

- os íons HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> acumulam-se em solos inundados, o que permite uma redução na solubilização do Fe;

- o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> causa imobilização do Fe na planta, reduzindo a disponibilidade para as folhas novas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. (Boletim Técnico, 9).
- FAGERIA, N.K. Calagem para a cultura de arroz. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C.; SILVA, N.M. da [Ed.]. **Acidez e calagem no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 227-244.
- FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.883-889, jul. 1984.
- FREIRE, F.M. et al. Calagem, adubação orgânica e manejo da água no controle da toxicidade de ferro em arroz irrigado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.32, n.180, p.162-169, mar./abr. 1985.
- FURLANI, P.R. et al. Composição química inorgânica de três cultivares de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.36, n.8, p.109-115, 1977.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MACHADO, M.O. Caracterização e adubação do solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 129-179.
- SOUZA, R.O. et al. Influência da calagem, na dinâmica do Fe<sup>2+</sup>, na solução de solo cultivado com arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17, 1988, Pelotas. **Anals...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1988. p. 157-161.