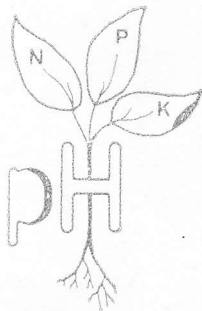


AV

**BRASILEIRA DE
FERTILIDADE DO SOLO**

ACIDEZ E CALAGEM NO BRASIL



SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
CIÊNCIA DO SOLO

INSTITUTO
AGRONÔMICO

RESUMO

O arroz é uma das culturas mais importantes em nosso país, ocupando o 3º lugar em área, perdendo apenas para o milho e a soja, e o 4º lugar em valor de produção, após a soja, cana-de-açúcar e milho. Para aumentar a produção da cultura de arroz é importante o conhecimento mais amplo dos fatores de produção incluindo a prática de calagem, discutida no presente trabalho. Ênfase especial é dada para os efeitos da calagem nas propriedades do solo, e para os fatores que influenciam a aplicação de calcário. Também foram discutidos os critérios de recomendação de calagem, os sintomas de deficiência de cálcio e magnésio, a absorção de Ca e Mg, o conceito de nível crítico destes nutrientes, além da resposta da aplicação de calcário para cultura de arroz e recomendações para futuras pesquisas, neste aspecto.

SUMMARY:

Rice is one of the most important crop in our country and occupies third place in area after corn and soybean. Its production value is fourth among annual crop after corn, soybean and sugarcane. For increasing production of this important crop, greater knowledge of production factors, including liming, is essential. Therefore, in this paper liming practice for rice crop is discussed.

Special emphasis is given to effects of lime on soil properties, and factors which affect lime applications. Lime recommendation methods, calcium and magnesium deficiency symptoms in rice, absorption pattern of these nutrients and critical concentrations are given, too. Lime response to rice crop is reviewed and recommendations for future research work are presented.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo tem grande importância na produção agrícola e nas práticas de manejo do solo, podendo, de certa maneira, afetar diretamente o crescimento das plantas, pela diminuição ou aumento da solubilidade de certos elementos e pela ação sobre a atividade dos microrganismos

(1) O trabalho apresentado no Simpósio sobre acidez e calagem, realizado em Campinas, SP, 30/08 a 3/9 de 1982.

(2) Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP) - EMBRAPA, Caixa Postal 179 - 74000 Goiânia, GO.

mos. Os principais problemas de acidez do solo estão relacionados com a toxidez de Al, Mn e deficiência de P, K, Ca e Mg. Para obter produção alta, (nestes solos) é necessário eliminar ou reduzir estes problemas. De acordo com dados apresentados por Olmos e Camargo (1976), problema de toxidez de alumínio existe praticamente em todo o território nacional, sendo mais sério na região do cerrado onde se produz, aproximadamente, 70% do arroz de sequeiro do país. Nesta região também existem problemas de deficiência de P, K, Ca, Mg e Zn (Lopes & Cox 1977; Fageria et al. 1982).

Há duas estratégias principais para se elevar a produção nos solos ácidos. A primeira é a aplicação de adubação e calcário para aumentar o teor de nutrientes deficientes e reduzir a toxidez de Al. A segunda é o uso de cultivares resistentes à toxidez de alumínio e mais eficientes na absorção de P, K, Ca, Mg e Zn.

Embora não se possa negar a importância da calagem para a cultura do arroz, o assunto é controvertido tendo em vista os resultados nem sempre coerentes observados nos trabalhos experimentais. O problema será abordado no presente capítulo, em função dos dados encontrados na revisão bibliográfica.

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NOS SOLOS

Além de efeitos físicos, a aplicação de calcário traz várias transformações químicas no solo, que são significativas para o desenvolvimento das culturas, como: diminuição da concentração de íons H^+ , solubilidade do alumínio, ferro e Manganês e disponibilidade de Potássio e Zinco em solos de baixo teor destes nutrientes. Por outro lado, aumento da disponibilidade do Fósforo, Cálcio, Magnésio e Molibdênio e atividade dos microrganismos do solo.

EXTRAÇÃO DO CÁLCIO E MAGNÉSIO PELA CULTURA DE ARROZ

A extração do Ca e Mg pela cultura de arroz constitui-se, fator importante no balanço de Ca e Mg do solo. Os resultados obtidos neste sentido por Ohno & Marur (1977), em cinco cultivares de arroz de sequeiro, em Londrina (Paraná), são apresentados na Tabela 1. Estes resultados mostram que a cultura de arroz extrai mais Ca do que Mg, e que a maior concentração desses nutrientes ocorre na palha. Isso implica em que a incorporação dos restos culturais devolve ao solo grande parte de Ca e Mg acumulado pelas plantas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO

Os dois principais fatores a considerar na aplicação de calcário para cultura de arroz são a quantidade de calcário e o modo e época de aplicação.

TABELA 1. Extração de Ca e Mg pelas cultivares de arroz de sequeiro na colheita.

Data de plantio	Cultivar	Produção de grãos	Produção de palha	Londrina									
				Palha		Grãos		Total		% na Palha		% nos Grãos	
				Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
				kg/ha									
10 Set. 1976	IAC 25	4049	3982	15,1	7,56	0,66	3,83	15,7	11,39	96,0	66,0	4,0	34,0
	EEPG 369	4398	3268	11,1	5,88	0,46	4,16	11,5	10,0	96,0	59,0	4,0	41,0
	JAGUARY	4287	3583	8,2	6,49	0,83	4,05	9,07	10,5	90,80	62,0	9,2	38,0
	BATATAIS	4756	3574	12,2	6,07	1,00	4,90	13,2	10,9	92,4	55,0	7,6	45,0
	IAC 47	5114	5282	18,0	8,97	1,84	3,51	19,8	12,5	91,0	71,9	9,0	28,1
12 Out. 1976	IAC 25	4323	3603	27,0	6,48	1,33	3,34	28,3	9,82	95,3	66,0	4,7	34,0
	EEPG 369	4389	3673	18,7	4,77	1,20	3,01	19,9	7,78	94,0	61,0	6,0	39,0
	JAGUARY	3828	3289	20,3	4,60	1,11	2,96	21,4	7,56	95,0	61,0	5,0	39,0
	BATATAIS	5047	4080	19,1	6,93	1,12	3,47	20,2	10,40	94,0	66,6	6,0	33,4
	IAC 47	2764	4636	16,2	12,5	3,21	2,61	19,4	15,1	83,0	83,0	17,0	17,0
10 Nov. 1976	IAC 25	2276	3217	9,32	7,07	1,82	2,34	11,1	9,41	84,0	75,0	16,0	25,0
	EEPG 369	1945	2795	8,94	5,59	1,08	1,94	10,07	7,53	89,0	74,2	11,0	25,8
	JAGUARY	1146	2824	9,31	5,94	0,92	1,18	10,2	7,11	91,0	83,0	9,0	17,0
	BATATAIS	3035	2989	10,90	7,18	1,20	2,61	12,1	9,8	90,0	73,0	10,0	27,0
	IAC 47	480	3421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Ohno & Marur, 1977.

Quantidade de calcário

A quantidade de calcário a ser aplicada é função de vários fatores, como pH, textura e teor de matéria orgânica do solo, tipo e granulometria do corretivo, natureza da cultivar além de aspectos econômicos da prática.

Características do Solo

O pH do solo dá idéia da percentagem de saturação de base do solo e das necessidades de calagem. A textura e a matéria orgânica são também importantes porque indicam a capacidade da adsorção do solo e o potencial de tamponamento. Naturalmente, quanto maior for a capacidade de tamponamento de um solo, maior será a calagem aplicada para a modificação específica do pH.

Tipo e granulometria do calcário

Existem três tipos de calcário que são comumente utilizados na agricultura. Eles são classificados, segundo os conteúdos de óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), em calcítico, magnesiano e dolomítico.

Dois materiais corretivos, equivalentes quimicamente, podem reagir de forma diferente na correção de um solo ácido, em função do grau de peneira de suas partículas. Quanto mais fino o calcário, maior será a sua eficiência na neutralização da acidez.

Cultivares

Os resultados obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão da EMBRAPA mostram que as cultivares de arroz diferem em suas respostas a condições de estresse de alumínio, sendo que algumas têm excelente tolerância a alto nível de alumínio (Fageria 1982; Fageria & Zimmermann 1979). Os resultados obtidos pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em relação à aplicação de calcário e fósforo em 5 cultivares de arroz, são apresentados na Tabela 2. As cultivares responderam à aplicação de calcário, mas a resposta varia de cultivar para cultivar. As cultivares Batatais e IAC 1246 alcançaram produção máxima a 5% de saturação de Al, a IAC 47, a 35%; a Pratão Precoce, a 60%; e a Flotante, a 3%. Nota-se que para corrigir adequadamente a acidez de um dado solo, a quantidade de calcário requerido sua função da cultivar a ser usado.

Aspectos econômicos

Para determinar a dose de calcário a ser aplicada, devem ser levados em consideração fatores econômicos, especialmente o valor do aumento da produção em relação ao custo do calcário.

TABELA 2. Resposta de aplicação de calcário e fósforo às cultivares de arroz (CPAC-Brasília 1975-76).

Doses de Calcário (t/ha)	Aplicação de Fósforo kg/ha	Saturação de Al %	P disponível ppm	Produção (kg/ha)			Pratão Precoce	Flotante
				Batatais	IAC 1246	IAC 47		
0,5	70	63	5	393	1188	1654	2442	148
0,5	340	64	24	610	1471	2435	3466	358
0,5	600	60	32	413	1850	2819	3489	518
1,5	70	40	6	682	2138	2199	3071	151
1,5	340	35	27	706	2737	2984	2962	441
1,5	600	40	35	715	2534	2721	3087	687
4,0	70	4	7	482	2172	2122	2724	227
4,0	340	5	26	1303	2771	2618	3116	514
4,0	600	3	39	741	1806	1622	2764	753
DMS 0,01				Calcário = 140	Cultivar x Calcário = 289	CV (%) = 14		
				Fósforo = 140	Cultivar x fósforo = 289			
				C x P = 243	Cut. x Calcário x Fósforo = 495			
				Cultivar = 166				

Fonte: NCSU, 1978

Épocas e modo de aplicação

O calcário, devido à sua baixa solubilidade, deve ser aplicado de 2 a 3 meses antes do plantio da cultura.

A melhor maneira de aplicação é a metade antes da aração e a outra metade após a aração, antes da gradagem. Após a gradagem, arar e gradear novamente. Caso não seja possível aplicar da maneira citada, recomenda-se distribuir todo o calcário antes da aração.

Devido à sua baixa solubilidade no solo, é necessário que o calcário seja aplicado finamente moído e uniformemente incorporado à camada arável para aumentar a área superficial de contato, favorecendo, desta forma, sua dissolução e ação neutralizante.

RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM

Foram calculadas as doses de calcário com base no teor de Al e Ca + Mg trocáveis (Olmos & Camargo 1976; Souza et al. 1980; Lopez & Cox 1977; Van Raij 1981). Quando o teor de $Ca^{++} + Mg^{++}$ era menor que 2 meq/100g, empregou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Dose de calcário (t/ha)} = (2 \times Al) + [2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$$

Para os solos com teor de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ igual ou maior que 2 meq/100g, as doses de calcário foram calculadas como igual ao teor de Al multiplicado pelo fator 2.

A aplicação de calagem em excesso prejudica muitas culturas, pela provocação de deficiência de Zn, Fe, Mn, Cu e P. Portanto, é importante determinar fórmula mais apropriada para reduzir a toxidez de Al e aumentar o teor de Ca e Mg para um dado solo e planta.

Cochrane et al. (1980) desenvolveu uma fórmula para fazer recomendações de calagem que reduz a % de saturação de Al ao nível desejável, que é apresentada a seguir:

$$\text{Calcário (Equivalente } CaCO_3 \text{ t/ha)} = 1,8 [Al - NAL(Al+Ca+Mg)/100]$$

onde NAL é a % de saturação do Al, Ca, Mg e Al em meq/100g do solo.

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA PLANTA DE ARROZ

Quando ocorre a deficiência de cálcio, a planta desenvolve margens gelatinosas próximas à base das folhas emergentes. O tecido tem uma aparência branca transparente. As folhas terminais morrem na medida em que a deficiência continua, causando severo atrofiamento das plantas. Na medida em que a deficiência persiste, as folhas mais velhas desenvolvem uma necrose marrom avermelhada nas nervuras. As folhas mais novas têm necrose marrom próximo às pontas.

No caso de deficiência de magnésio, as folhas mais velhas desenvolvem uma necrose internervural com aparência de ferrugem. A necrose

internervural, marrom avermelhada, aparece nas pontas e nas margens das folhas mais velhas. Os sintomas progridem pela planta acima, nas folhas mais novas. Em estágios posteriores, as folhas se enrolam fortemente, fazendo com que a planta pareça fortemente afetada pela seca. Os sintomas de deficiência destes dois nutrientes são melhor detalhados e ilustrados por Fageria (1976b).

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ABSORÇÃO DE Ca e Mg PELA PLANTA DE ARROZ

Os resultados relacionados com a produção de matéria seca e concentração de Ca são apresentados na Fig. 1. As plantas responderam à aplicação de Ca, e a produção máxima foi atingida entre 400 e 500 μM de Ca. Não ocorreu aumento de peso seco quando a concentração foi maior que 500 μM , mas sim, redução.

A concentração de Ca na parte aérea aumentou com o aumento dos níveis de Ca até 470 μM na solução nutritiva, apresentando uma curva hiperbólica.

A relação entre concentração de Mg e teor de absorção de Mg está apresentada na Fig. 2. A taxa de absorção de Mg aumentou com o aumento da concentração de Mg até 123 μM . A alta concentração a absorção de Mg diminuiu. O teor de Mg na parte aérea também aumentou até 123 μM de Mg.

Estes resultados mostram que a planta de arroz precisa mais de Ca que de Mg para o desenvolvimento normal. Observa-se também que, com a mudança de concentração de Ca e Mg no ambiente de crescimento, existe uma variação de acumulação de nutrientes e produção de matéria seca. As razões para esta mudança são fatores físicos, químicos e biológicos (Jarrel & Beverly 1981).

NÍVEIS CRÍTICOS DE Ca E Mg NA PLANTA

Comparando-se resultados de análise de plantas coletadas num determinado estágio de desenvolvimento com níveis previamente estabelecidos, pode-se identificar o estado nutricional da planta. Estes níveis são interpretados da seguinte maneira:

DEFICIENTE - concentração de um nutriente na planta, abaixo da qual há grande probabilidade de resposta à aplicação deste nutriente, se os outros estão em níveis adequados.

CRÍTICO - concentração de um nutriente na planta, acima da qual não há resposta econômica à aplicação do nutriente. Esta concentração depende, principalmente, da variedade, do tipo de solo, do clima e da prática de manejo.

ADEQUADO - concentração de um nutriente considerada adequada ao desenvolvimento da planta, que pode ser alterada com a correção de uma possível deficiência de outro nutriente sendo necessária, nesse caso, uma reavaliação.

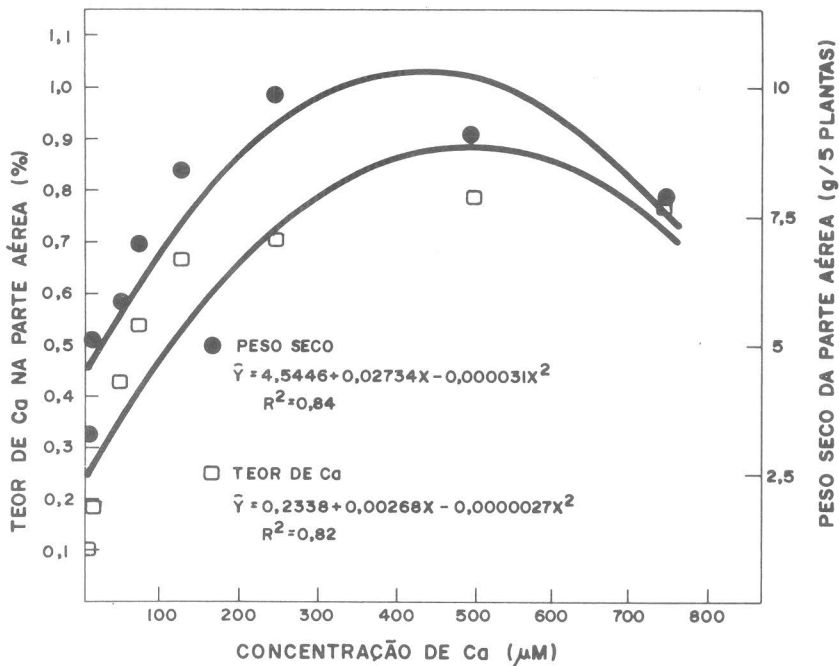


Figura 1 - Influência de Ca na produção de matéria seca e teor de Ca na parte aérea da planta de arroz (Fageria 1973)

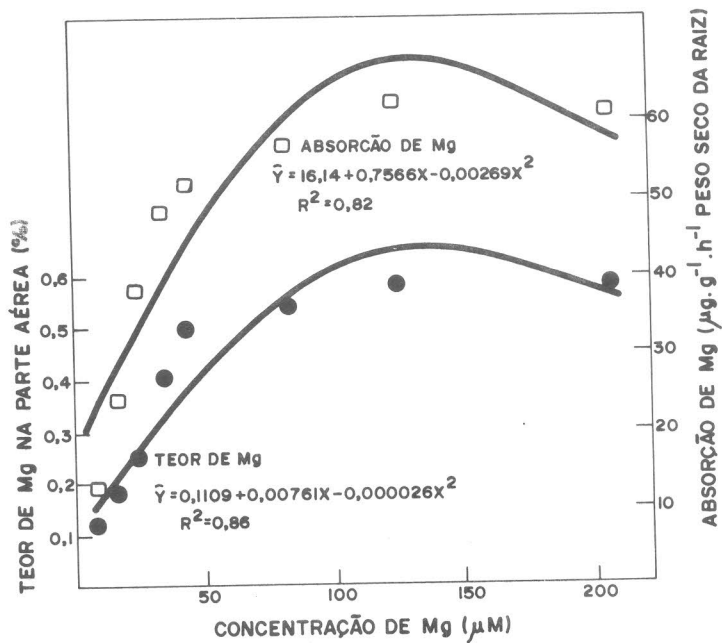


Figura 2 - Influência de Mg na absorção e teor de Mg na parte aérea da planta de arroz (Fageria, 1973).

Resultados relacionados com níveis críticos e adequados de Ca e Mg em planta de arroz são apresentados na Fig. 3. Aos 100 dias de crescimento, os níveis críticos e adequados de Ca foram 0,36 a 0,45% e 0,45 a 0,65%, respectivamente. Para Mg os níveis foram 0,12 a 0,17% e 0,17 a 0,30%, respectivamente (Fageria 1976a).

RESPOSTA DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA CULTURA DE ARROZ

Reportando aos principais periódicos e relatórios divulgados no País nos últimos 15 anos, observa-se que são poucos os trabalhos conduzidos com a aplicação de calcário na cultura de arroz.

Coqueiro et al. (1967) relatam resultados de ensaios conduzidos em Sete Lagoas, MG, em Latossolo Vermelho-Amarelo, durante três anos agrícolas de 1963/64, 1964/65 e 1965/66 que permitem concluir que a resposta à aplicação do calcário calcítico só se verificou a partir do segundo ano e que a produção máxima, seria alcançada com a dose de 3.637 kg/ha do calcário.

Em 13 experimentos conduzidos em diversas localidades do Vale do Paraíba-SP, por Leite et al, (1970), não se observou resposta do calcário dolomítico na cultura de arroz.

Ponte et al. (1979a), em experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, em Uberaba-MG, demonstraram o aumento significativo na produção com aplicação de 3,3 t/ha de calcário. Os mesmos autores (1979b), em outro ensaio conduzido em Uberaba-MG, aplicando três doses de calcário (0, 1650 e 3300 kg/ha), registraram um efeito linear e significativo das doses de calcário para a cultivar IAC 47.

Santos et al. (1972) apresentaram os resultados de experimentos de campo sobre níveis de fósforo e calagem, com a cultura da soja, em nove localidades do Estado de Goiás, e o efeito residual da adubação e calagem, em cinco destas localidades, sobre a cultura de arroz. Nesse caso, houve efeito quadrático do calcário em uma das localidades.

Schmidt e Gargantini (1970) relataram resultados de um experimento conduzido em solo série Dourado, na Estação Experimental de Pindamonhangaba-SP. Os dados permitem concluir que a aplicação de calcário, com a finalidade de elevar o pH do solo a um valor de aproximadamente 6,5, não afetou a produção.

Vahl et al. (1978), em dois experimentos conduzidos em casa de vegetação, em dois solos Planossolo e Brunizem Hidromórfico, típico de arroz inundado do sul do Rio Grande do Sul, estudaram o efeito de diferentes níveis de Ca + Mg (0, 0,9 e 1,8 meq/100g solo). A aplicação de Ca + Mg aumentou significativamente o rendimento da cultura no solo Planossolo e não teve efeito no Brunizem hidromórfico.

Vários trabalhos, visando a estudar o efeito da calagem em arroz de sequeiro, têm sido realizados pela Estação Experimental de Anápolis-

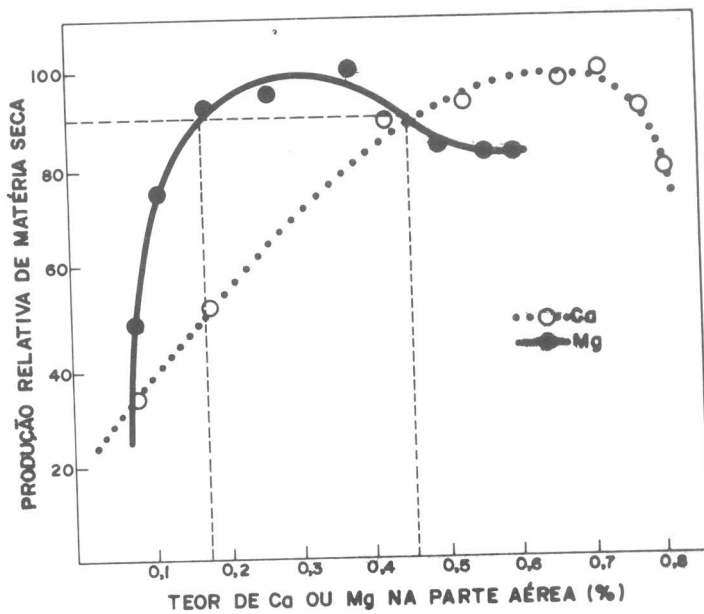


Figura 3 - Níveis críticos de Ca e Mg em plantas de arroz
(Fageria, 1976).

GO, em integração com órgãos que compõem o complexo de desenvolvimento da agricultura regional. Os resultados, de um modo geral, permitem concluir que a calagem não tem influenciado a produtividade do arroz de sequeiro em solos sob vegetação de cerrado (Vieira et al. 1975).

Guazzelli et al. (1973) verificaram efeito significativo da aplicação de calcário em arroz de sequeiro na Estação Experimental de Uberaba-MG, em um solo arenoso do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo.

Por sua vez, Fageria et al. (1977) não observaram resposta à aplicação de calcário, em ensaio conduzido num solo hidromórfico, em Goiânia, com a cultura de arroz irrigado.

Resultados obtidos por Fageria e Zimmermann (1979), em um experimento de campo e dois em casa de vegetação, usando Latossolo Vermelho-Amarelo, Goiânia, mostraram que a aplicação de calcário não produziu efeito benéfico no campo nem em casa de vegetação, na cultura de arroz de sequeiro.

Dados obtidos por Patella (1965), trabalhando com ultissolo, em Pelotas-RS, apresentam um aumento médio de produção, nos três anos considerados, em torno de 20%.

As Tabelas 3 e 4 apresentam um resumo dos trabalhos anteriormente discutidos e desenvolvidos no Brasil e alguns realizados em outros países. A maioria dos experimentos foram conduzidos por um ano apenas (Tabela 3), o que não é suficiente para se chegar a conclusões definitivas. Entretanto, pode-se constatar que:

- No país, poucos são os trabalhos de pesquisa conduzidos com a aplicação de calcário na cultura de arroz.
- Cinquenta por cento dos trabalhos citados na Tabela 3 mostram respostas significativas da aplicação de calcário, no país.
- Resultados de outros países mostram efeito positivo da aplicação de calcário. Em 67% destes trabalhos, recomenda-se para a cultura de arroz, 2t/ha de calcário.

Há necessidade de conduzirem novos ensaios em especial sobre os seguintes assuntos:

- Experimentos de longa duração, que permitam avaliar o efeito residual da aplicação de calagem para cultura de arroz.
- Interação entre calcário e outros nutrientes, especialmente fósforo, potássio e zinco.
- Ensaios sobre a aplicação de calcário em solos de diferentes texturas.
- Método de aplicação de calcário.
- Avaliação de cultivares de arroz para condições de solo ácido, especialmente para tolerância a baixo nível de Ca, Mg e P e toxidez de alumínio.

TABELA 3. Resposta de aplicação de calcário para cultura de arroz no país.

Local	Tipo do experimento	Duração	Descrição do solo	Arroz sequeiro ou irrigado	Resposta	Referências
Pelotas-RS	Campo	3 anos	Ultissolo	Irrigado	Resposta significativa	Patella 1965
Goiânia-GO	Campo	1 ano	Hidromórfico	Irrigado	Não houve resposta	Fageria et al. 1977
Vale do Paraíba-SP	Campo	1 ano	Hidromórfico	Irrigado	Não houve resposta	Leite et al. 1970
Pindamonhangaba-SP	Campo	1 ano	Série Dourada	Irrigado	Não houve resposta	Schmidt & Gargantini 1970
Pelotas-RS	Casa de vegetação	1 ano	Hidromórfico	Irrigado	Resposta significativa	Vahl et al. 1978
Goiânia-GO	Campo	1 ano	Hidromórfico	Irrigado	Não houve resposta	Fageria et al. 1977
Vários locais no						
Estado de Goiás	Campo	1 ano	LVE	Sequeiro	Não houve resposta	Fageria & Zimmermann 1979
Sete Lagoas-MG	Campo	3 anos	LVA	Sequeiro	Resposta significativa	Coqueiro et al. 1967
Uberaba-MG	Campo	1 ano	LVE	Sequeiro	Resposta significativa	Ponte et al. 1979
Anápolis-GO	Campo	1 ano	LVE	Sequeiro	Resposta significativa	Santos et al. 1972
Anápolis-GO	Campo	1 ano	LVE	Sequeiro	Não houve resposta	Vieira et al. 1975
Uberaba-MG	Campo	1 ano	LVA	Sequeiro	Resposta significativa	Guazzelli et al. 1973
Goiânia-GO	Casa de vegetação	1 ano	LVE	Sequeiro	Não houve resposta	Fageria & Zimmermann 1979
Pianaltina-DF	Campo	1 ano	LVE	Sequeiro	Resposta significativa	NCSU 1978

TABELA 4. -Resposta de aplicação de calcário para cultura de arroz em outros países.

Local	Tipo do experimento	Descrição do solo	Produção (kg/ha)		Doses de calcário m ² reco- mendado t/ha	Referências
			SEM CALCÁRIO	COM CALCÁRIO		
Magbolontor-Nigéria	Campo	Pântano	2330	2880*	2,0	IITA, 1977
Magbolontor-Nigéria	Campo	Drenado	1740	2300*	2,0	IITA, 1977
Magbolontor-Nigéria	Campo	Inundado	880	1760*	2,0	IITA, 1977
Magbolontor-Nigéria	Campo	Drenado	3380	4130*	2,0	IITA, 1977
Magbolontor-Nigéria	Campo	Inundado	2950	3490*	2,0	IITA, 1977
Magbolontor-Nigéria	Campo	Ácido sulfato	1200	2600*	7,0	Pham-Huu-Ahn et al. 1961
Coreia do Sul	Campo	Vários tipos	3220	3550*	2,0	Park, 1970
Coreia do Sul	Campo	Vários tipos	3220	3780*	2,40	Park, 1970
Srilanka	Campo	Laterítica argila	2270	3070*	6,0	Ponnampertuna, 1958
Yurimaguas-Peru	Campo	Ultissolo	2560	3210*	4,0	Seubert, 1975
Yurimaguas-Peru	Campo	Ultissolo	1660	2525*	4,0	Seubert, 1975
Yurimaguas-Peru	Campo	Ultissolo	3235	3670*	2,0	Villanchica, 1978

* Resposta significativa ao nível de 5% de probabilidade.

- Experimentos sobre incorporação dos restos culturais é um fator impor
tante no manejo de adubação em termos de economia na aplicação no manejo
jo de adubação em termos de economia na aplicação de adubos e corretivos.
- Calcário e deficiência hídrica em arroz de sequeiro.
- Calcário e toxidez de ferro e manganês em arroz irrigado.

LITERATURA CITADA

- COCHRANE, T.T.; SALINAS, J.G. & SANCHEZ, P.A. An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminum tolerance. *Trop. Agric., Trinidad* 57:133-40, 1980.
- COQUEIRO, E.P.; FREIRE, A. de B. & PEREIRA, J. Efeito da aplicação do calcário e enxofre em cultura de arroz de sequeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADO, 2, Sete Lagoas, 1967. Sete Lagoas, IPEACO, 1972. p.71-7.
- FAGERIA, N.K. Uptake of nutrients by the rice plants from dilute solutions. Louvain, Catholic Univ. 1973. p.72. Tese de doutorado.
- FAGERIA, N.K. Critical P, K, Ca and Mg contents in the tops of the rice and peanut plants. *Plant Soil*, 45:421-31, 1976a.
- FAGERIA, N.K. Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1976b. 27p. (Boletim técnico,2).
- FAGERIA, N.K. Tolerância diferencial de cultivares de arroz ao alumínio em solução nutritiva. *Pesq. Agropec. Bras.*, 17:1-9, 1982.
- FAGERIA, N.K., ZIMMERMANN, F.J.P. & LOPES, A.M. Resposta do arroz irrigado à aplicação de fósforo, zinco e calcário. *R. Bras. Ci. Solo*, 1(213):72-6, 1977.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. & CARVALHO, J.R.P. Response of upland rice to phosphorus fertilization on an oxisol of central Brazil. *Agron. J.* 73(1):51-56, 1982.
- FLÁVIO, V. & GARGANTINI, H. Estudo sobre a eficiência de diferentes frações granulométricas de calcário no solo. *Bragantia*, Campinas, 31:119-28, 1972.
- GUAZZELLI, R.J.; MENDES, J.F.; BAUWIN, R.G. & MILLER, S.F. Efeitos agrônômicos e econômicos do calcário, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes nos rendimentos de soja, feijão e arroz em Uberaba, Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras. Sér. Agron.*, 8:29-37, 1973.
- INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Ibadan, Nigeria. Rice: Varietal improvement and development. *Annual Report*, (1976): 16-7, 1977.
- JARRELL, W.M. & BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advanc. Agron.*, 34:1972-219, 1981.

- SANTOS, G.; NASCIMENTO, J.M.; SILVA, R.J.M.; SUHET, A.R.; EIRA, P.A. & DOBEREINER, J. Níveis de fósforo e calagem para a soja e efeito residual no arroz, em solos de cerrado de Goiás. In. SEMINÁRIO DE FITOTECNIA DO DISTRITO FEDERAL, 1, Brasília.
- SCHMIDT, N.C. & GARGANTINI, H. Efeito da aplicação de calcário, matéria orgânica e adubos minerais em culturas de arroz, em solo de várzea irrigada. *Bragantia*, Campinas, 29:293-9, 1970.
- SEUBERT, C.E. Effects of land clearing method on crop performance and changes in soil properties of an ultisols of the Amazonas jungle of Peru. Raleigh, North Carolina State University, 1975. 152p. Tese mestrado.
- SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & KLIEMAN, H.J. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos de cerrado de Goiás e do Distrito Federal. *R. Bras. Ci. Solo* 4(3):144-8, 1980.
- VAHL, L.C.; GOMES, A.S. & BOTELHO, R.C. Influência do Ca + Mg, Zn e P sobre o rendimento e outras características da cultura do arroz irrigado. *Agros.*, Pelotas, 13(2/3):65-75, 1978.
- VAN RAIJ, B. "Acidez e calagem". YAMADA, T., ed. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfata (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça) 1981. p.75-93.
- VIEIRA, I.F.; PEREIRA, J.; REGO, A.S. & MORAES, E.A. Efeito de calagem e micronutrientes em arroz de sequeiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão, Goiânia, GO. *Inventário tecnológico do arroz*, 1975, p.182-183.
- VELLACHICA, H. Maintenance of soil fertility under continuous cropping in an ultissol of the Amazone Jungle of Peru. Raleigh, North Carolina State University, 1978. Tese de doutorado.

- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S. & IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micronutrientes em cultura de arroz irrigado no Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, 29:273-85, 1970.
- LOPES, A.S. & COX, C.E. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 41:742-6, 1977.
- NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. Agronomic-economic research on tropical soils. *Annual Report* (1976-77):132-5, 1978.
- OHNO, Y. & MARUR, C.J. Physiological analysis of factors limiting growth and yield of upland rice. *Annual Report* of ecophysiological study on rice 1976-77. IAPAR, Londrina. p.17, 1977.
- OLMOS, J.I.L. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. *Ci. Cult.*, São Paulo, 28(2):171-80, 1976.
- PARK, C.S. Studies on the relationship between available silica content and the effect of silicate, the distribution pattern of available silica content and requirement in Korean Paddy top soil. *Res. Rep. Office Rural Dev.*, 13:1-29, 1970.
- PATELLA, J.F. Calagem em solos alagados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 10, 1965. Piracicaba, ESALQ, 1965. n.p. *Ci. Solo X*; Piracicaba, SP, 1965.
- PHAM-HUO-AHN; MOORMAN, F.R. & GOLDEN, J.D. Liming experiments on acid sulfate soils. In: VIETNAM. MINISTRY OF RURAL AFFAIRS. Research on acid sulfate soils and their amelioration by liming, 1961. p.19-52, 1961.
- PONNAMPERUMA, F.N. Lime as a remedy for a Physiological disease of rice associated with excess iron. *Int. Rice Comm., Newsletter* 7:10-3, 1958.
- PONTE, A.M.; TANAKA, R.T.; MORAIS, O.P.; BONILLA, J.A.; GUIMARÃES, P.T. G. & FREIRE, F.M. Influência do gesso na fertilidade de um solo de cerrado para duas cultivares de arroz de sequeiro: interação entre níveis de gesso e níveis de calcário. Belo Horizonte, EPAMIG, 1979a. p.8.
- PONTE, A.M.; TANAKA, R.T.; MORAIS, O.P.; CASTILHO, J.A.B.; GUIMARÃES, P. T.G. & FREIRE, F.M. Interação entre calcário, fósforo e zinco na cultura de arroz em um solo sob vegetação de cerrado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1979b. p.9.