

RESPOSTA DE CULTIVARES DE ARROZ À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO EM SOLO DE CERRADO¹

NAND KUMAR FAGERIA²

RESUMO - A resposta de 100 cultivares/linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) à aplicação de calcário foi avaliada em um experimento de casa de vegetação, utilizando Latossolo Vermelho-Escuro. Foi desenvolvida uma curva de calibração, com aplicação de vários níveis de calcário, para obter uma faixa de Ca + Mg no solo. Com a ajuda desta curva de calibração, foram aplicados três níveis de calcário (0, 10 e 30 g por vaso), que correspondem a 0,6; 2,5 e 4,9 de Ca + Mg meq/100 g no solo. As respostas das cultivares à aplicação de calcário variaram de cultivar para cultivar. Foi calculada uma resposta média de 100 cultivares, registrando-se um aumento de, aproximadamente, 23% na produção de grãos, com a aplicação de 30 g de calcário por vaso, em comparação ao tratamento sem calcário. O aumento da produção de cada cultivar também foi calculado sob os tratamentos de 10 e 30 g de calcário (correspondente a 2,5 e 4,9 meq/100 g de Ca + Mg no solo) em relação ao sem calcário. Com base neste aumento, as cultivares foram classificadas em três grupos: baixa, média e altamente responsivas à aplicação de calcário no solo. Foi discutido o efeito da aplicação de calcário sobre as propriedades químicas do solo.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, acidez do solo, germoplasma.

RESPONSE OF RICE CULTIVARS TO LIMING IN CERRADO SOIL

ABSTRACT - The different response of 100 rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to liming was assessed in a greenhouse experiment using a Dark-Red-Latosol. A calibration curve was developed using different lime levels to get a range of Ca + Mg in the soil. With the help of this calibration curve, three levels of lime were applied (0, 10, 30 g per pot) corresponding to 0.6, 2.5 and 4.9 meq/100 g of Ca + Mg in the soil. Rice cultivars responded to lime application but response varied from cultivar to cultivar. The average response of 100 cultivars was determined. An increase of 23% in grain production was obtained at 30 g lime per pot as compared with no lime treatment. Yield increase for each cultivar was also calculated at 10 and 30 g lime treatments in relation to production at no lime. Based on this yield increase, cultivars were classified in three groups as low, medium and highly responsive to application of calcium and magnesium in the soil. Effect of lime on chemical properties of soil is discussed.

Index terms: *Oryza sativa*, soil acidity, germoplasm.

INTRODUÇÃO

A área de cerrado ocupa quase um quarto do território nacional e é responsável por grande parte da produção de arroz de sequeiro.

Uma série de fatores adversos precisam ser contornados, a fim de se obterem maiores rendimentos destas áreas cultivadas. Dentre os fatores limitantes dos solos, destacam-se: baixos níveis de fósforo e da maioria dos outros nutrientes essenciais, alta saturação de alumínio e baixa capacidade de troca de cátions (Lopes & Cox 1977, Goedert et al. 1980).

Dada a baixa fertilidade dos solos da região, a prática de calagem e da adubação constitui fator

importante para aumentar a produtividade. Além da adubação e da calagem, o uso de cultivares eficientes na utilização de cálcio e magnésio do solo pode ser uma ação complementar para elevar a produção nos solos de cerrado.

No presente trabalho, avaliou-se, em casa de vegetação, a resposta de 100 cultivares de arroz de sequeiro à aplicação de calcário e sua eficiência na utilização de cálcio e magnésio do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Goiânia, GO. O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho-Escuro, proveniente de Estação Experimental da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), de Anápolis.

A análise química do solo revelou: pH 5,1; P disponível 0,6 (extrator 0,025 N H₂SO₄ + 0,05 N HCl); K trocável 25 ppm; Ca + Mg trocáveis 0,1 meq/100 g; Al tro-

¹ Aceito para publicação em 18 de maio de 1984

² Eng^o - Agr^o, Ph.D., EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

cávele 0,3 meq/100 g; e saturação de alumínio 65%. As amostras de solo, da camada superficial (0 - 20 cm), foram secadas, peneiradas e colocadas em vasos de 6 kg. Preliminarmente, com base na incubação do solo com calcário, foi desenvolvida uma curva de calibração. Para desenvolver esta curva foi utilizado o mesmo solo que, posteriormente, seria usado nos vasos. Foi aplicado calcário dolomítico nas doses de 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 g por vaso (com PRNT de 59,4% correspondente a 0; 5,94; 11,88; 17,82; 23,76; 29,7 e 35,64 g por vaso). O calcário utilizado no experimento continha 36,4% de CaO, 6,8% de MgO e um PRNT igual a 59,4%.

Os vasos foram irrigados de forma a manter a umidade próxima à capacidade de campo. A amostragem para análise de pH, P, Ca + Mg, Al e K foi feita 10, 20 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos. O extrator usado para P e K foi 0,025 N H₂SO₄ + 0,05 N HCl, quando Ca + Mg e Al foram extraídos pelo KCl 1 N. Na solução extraída, o P foi determinado por colorimetria, e K por fotômetro de chama. O alumínio e Ca + Mg extraíveis foram determinados pela titulação com NaOH e EDTA, respectivamente. O pH em água foi determinado na proporção de 1:2,5 de solo e água. Com base na curva de calibração, foram aplicados 0, 10 e 30 g de calcário por vaso, para obter Ca + Mg 0,6; 2,5 e 4,9 meq/100 g (como valor baixo, médio e alto). Os tratamentos foram repetidos duas vezes. Foram aplicados 400 mg de N; 1.260 mg de P₂O₅, 960 mg de K₂O e 138 mg de Zn por vaso. Estas são as doses recomendadas para vasos de 6 kg de capacidade, com duas ou três plantas por vaso, para arroz de sequeiro em solos de cerrado (Fageria et al. 1982). Cada vaso recebeu 400 mg de N, 50 dias após o plantio.

As 100 cultivares de arroz de sequeiro foram semeadas no dia 17 de agosto de 1982. Após a germinação foram selecionadas três plantas uniformes por vaso. A colheita foi efetuada entre 29 de novembro de 1982 e 6 de fevereiro de 1983, dependendo do ciclo das cultivares. Com base nos dados de produção de grãos, as cultivares foram classificadas como baixa, média e altamente responsivas à aplicação de calcário. Foi utilizado o seguinte critério para a classificação, considerando o aumento na produção com 10 e 30 g de calcário em relação ao tratamento sem calcário: 0 - 15%, resposta baixa, de 16 - 30% resposta média e > 30% resposta alta. O aumento foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Aumento da produção} = \frac{\text{produção com calcário} - \text{produção sem calcário}}{\text{produção sem calcário}} \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito de calcário sobre as propriedades químicas do solo

Os efeitos de diferentes níveis de calagem sobre o pH, P extraível, Ca + Mg, K e Al trocáveis, 10, 20 e 30 dias após a aplicação de calcário, são mos-

trados nas Fig. 1 e 2. Com o aumento dos níveis de calcário, o pH aumentou significativamente, como era esperado. O aumento do pH ocorreu também com o aumento do tempo da aplicação do tratamento com calcário. O pH, após 10, 20 e 30 dias da aplicação de 60 g de calcário, aumentou para 6,8; 6,9 e 7,2, respectivamente. Dez dias após a aplicação de calcário, o fósforo extraível do solo aumentou significativamente; de 20 a 30 dias após a aplicação, também ocorreu aumento, mas somente até a aplicação de 40 g de calcário por vaso. Com altas doses de calcário, ocorreu uma diminuição no fósforo extraível do solo, após 20 e

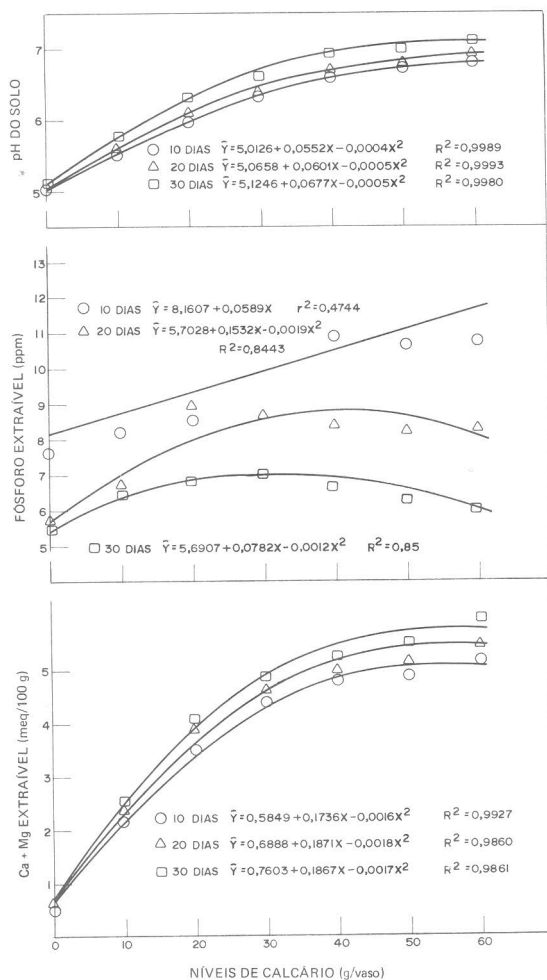


FIG. 1. Influência da aplicação de calcário no pH, fósforo extraível e Ca + Mg no solo.

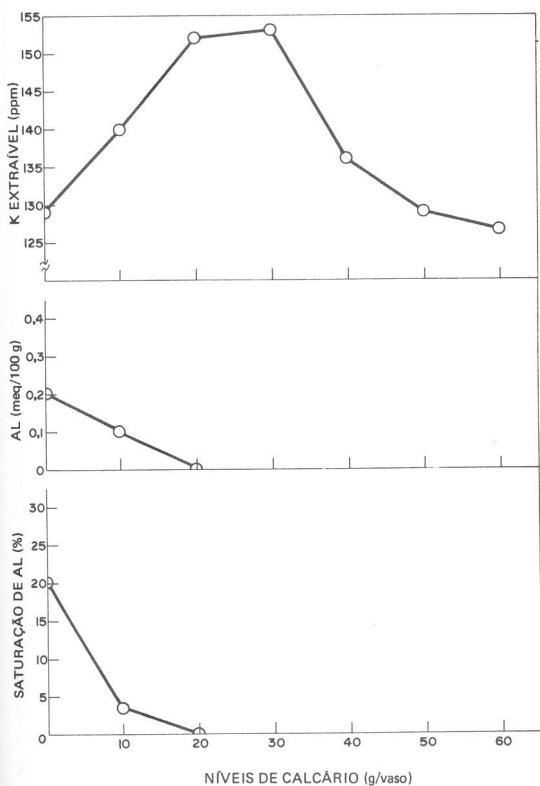


FIG. 2. Influência da aplicação de calcário no K, Al e saturação do alumínio, 30 dias após a aplicação de calcário no solo.

30 dias da aplicação. A razão do aumento da concentração de fósforo nos solos ácidos, pela aplicação de calcário (até certos níveis), está ligada à redução das concentrações de Fe e Al, íons que causam a fixação do P na forma de fosfato insolúvel, Fe e Al (Haynes 1982). A aplicação de calcário hidrolisa os complexos de $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em solos ácidos e libera os íons de fosfato para a solução do solo (Lindsay & Moreno 1960 e Black 1968).

A diminuição do fósforo a alto pH, como ocorreu 20 e 30 dias após a aplicação de calcário (Fig. 3), pode ser explicada como a fixação de fósforo pela formação de fosfatos insolúveis de cálcio (White & Taylor 1977).

Em alto pH, a precipitação do fosfato deve ocorrer, principalmente, segundo as reações (Brady 1974):

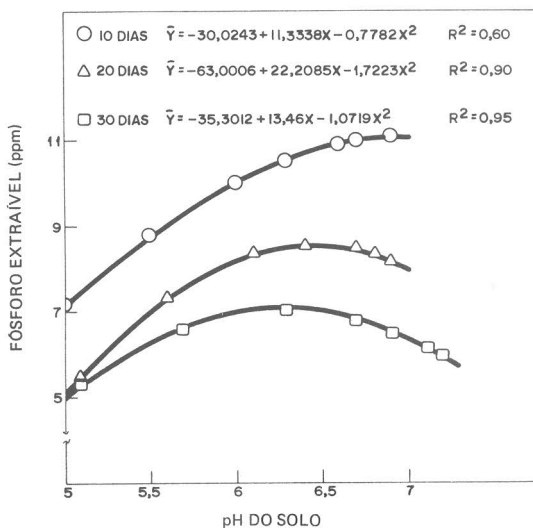
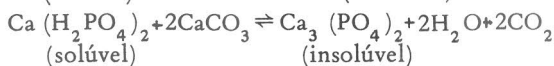
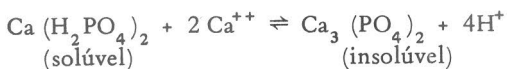


FIG. 3. Relação entre pH e P extraível do solo, com diferentes tempos de reação.



A aplicação de calcário aumentou o Ca + Mg no solo, como era esperado. O aumento foi mais acentuado até 40 g de calcário por vaso. Após esta dose, o aumento foi muito lento. Este lento aumento de Ca + Mg a altos níveis de calcário pode estar relacionado com a quantidade do extrator, que não foi suficiente para extrair todo o Ca + Mg. Os níveis de cálcio e magnésio também aumentaram com o tempo da reação do calcário no solo.

Em relação ao K no solo, ocorreu um aumento com a aplicação de até 30 g de calcário por vaso, depois diminuiu.

A aplicação de calcário diminuiu o Al trocável e a saturação do Al no solo. A aplicação de 20 g de calcário por vaso neutralizou todo o alumínio do solo, dez dias após a aplicação.

Efeito de calcário na produção

A Fig. 4 mostra a resposta média de 100 cultivares/linhagens de arroz de sequeiro à aplicação de calcário. Com a aplicação de 10 g de calcário

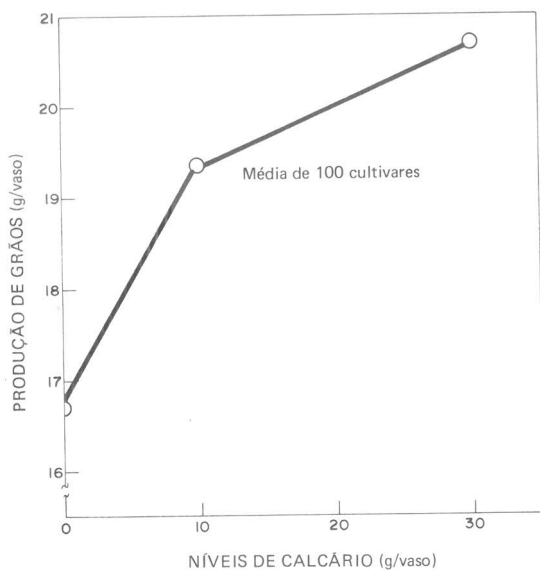


FIG. 4. Efeito de níveis de calcário na produção média de 100 cultivares de arroz de sequeiro.

por vaso, a produção aumentou aproximadamente 18,5%, em comparação ao tratamento sem calcário. Com aplicação de 30 g de calcário, o aumento foi de, aproximadamente, 23%, em relação à testemunha.

Classificação das cultivares

A classificação das cultivares pela resposta à aplicação de calcário e magnésio é apresentada na Tabela 1. Esta classificação baseou-se no aumento da produção pela elevação do teor de 2,5 para 4,9 meq/100 g de Ca + Mg no solo, em comparação ao tratamento sem calcário. De acordo com a resposta, as cultivares foram classificadas como baixa, média e altamente responsivas. O critério

desta classificação foi discutido em material e métodos.

Entre as cultivares testadas (Tabela 1), 47% das cultivares tiveram resposta baixa, 33% média e 20% alta, com a aplicação de 2,5 meq/100 g de Ca + Mg. Quando o Ca + Mg aumentou de 2,5 para 4,9 meq, a percentagem de cultivares de baixa resposta diminuiu para 34%; de resposta média, para 26%; e de alta resposta, passou para 40%.

Entre as cultivares avaliadas, dois grupos são mais desejáveis. O primeiro grupo representa as cultivares que produziram acima da média de 100 cultivares (Fig. 4), em baixo nível de Ca + Mg e responderam altamente (aumento na produção acima de 30%) com a aplicação de calcário. Neste grupo, estão incluídas as seguintes cultivares: CNA 800045, IAC 47, CNA 092-BM11-BM19P-8, CNA 092-BM11-BM19P-7, CNA 092-BM10-BM27P-2 e CNA 104-B-2-Py-43-L.

O segundo grupo representa as cultivares que produziram muito bem em baixo nível de cálcio e magnésio (acima da média de 100 cultivares em baixo nível de Ca + Mg), mas não responderam ao alto nível desses nutrientes. Neste grupo estão incluídas as cultivares: TOM1-3, IRAT 144, CNA 092-BM10-BM27P-3, CNA 092-BM11-BM19P-6, CNA 092-BM10-BM27P-1, CNA 104-B-4-Py-2-L, CNA 108-B-42-Py24-2B, CNA 104-B-18-Py-1-L, IAC 165, CNA 790098, CNA 095-BM30-BM29P-5, CNA 092-BM18-BM16P-2, CNA 095-BM30-BM9-10, CNA 067-BM5-BM38P-BM5, CNA 117-BM17-BM5P-3, IAC 25, CNA 104-B-4-Py-1-L, CNA 092-BM11-BM19P-4, CNA 095-BM30-BM9-8, CNA 095-BM31-BM41P-14, Pérola, Fernandes, CNA 095-BM30-BM9-4, CNA 095-BM30-BM26P-5, CN762117, CNA 108-B-28-Py3-P45-2B, CNA 108-B-36-Py14-2B e CNA 095-BM30-BM9-29.

TABELA 1. Influência de Ca e Mg na produção de grãos (g/vaso).

Cultivar/linhagem	Ca + Mg extraível (meq/100 g)			Resposta	
	0,6(pH 5,1)	2,5(pH 5,7)	4,9(pH 6,7)	2,5 Ca + Mg	4,9 Ca + Mg
01 IAC 25	19	21	20	Baixa	Baixa
02 Fernandes	18	17	12	Baixa	Baixa
03 CN 770191	18	19	22	Baixa	Média
04 CNA 790098	21	22	24	Baixa	Média
05 CNA 790124	9	11	13	Baixa	Alta

TABELA 1. Continuação.

Cultivar/linhagem	Ca + Mg extrafável (meq/100 g)			Resposta	
	0,6(pH 5,1)	2,5(pH 5,7)	4,9(pH 6,7)	2,5 Ca + Mg	4,9 Ca + Mg
06 CNA 790214	18	20	17	Baixa	Baixa
07 CNA 790278	14	14	19	Baixa	Alta
08 CNA 790288	17	18	21	Baixa	Média
09 CNA 790527	18	19	21	Baixa	Média
10 CNA 790630	17	14	16	Baixa	Baixa
11 CNA 790668	14	13	17	Baixa	Baixa
12 CNA 791027	17	16	15	Baixa	Baixa
13 CNA 800018	14	15	19	Baixa	Alta
14 CNA 800160	17	14	14	Baixa	Baixa
15 CNA 104-B-18-Py-14-L	17	17	19	Baixa	Baixa
16 CNA 104-B-18-Py-6-L	17	18	22	Baixa	Média
17 CNA 104-B-18-Py-24-L	18	18	23	Baixa	Média
18 CNA 104-B-18-Py-1-L	22	20	21	Baixa	Baixa
19 CNA 104-B-2-Py-43-L	20	22	26	Baixa	Alta
20 CNA 104-B-18-Py-3-L	14	14	18	Baixa	Média
21 CNA 104-B-18-Py-22-L	16	18	26	Baixa	Alta
22 CNA 104-B-4-Py-2-L	24	27	29	Baixa	Média
23 CNA 104-B-18-Py-16-L	16	17	22	Baixa	Alta
24 CNA 104-B-4-Py-1-L	20	21	22	Baixa	Baixa
25 CNA 117-BM17-BM5P-2	14	14	17	Baixa	Média
26 CNA 117-BM17-BM5P-1	13	15	19	Baixa	Alta
27 CNA 117-BM17-BM5P-3	20	22	18	Baixa	Baixa
28 CNA 067-BM5-BM38P-BM5	20	21	20	Baixa	Baixa
29 CNA 092-BM11-BM19P-2	17	17	17	Baixa	Baixa
30 CNA 092-BM11-BM19P-4	19	21	21	Baixa	Baixa
31 CNA 092-BM10-BM27P-3	26	28	31	Baixa	Média
32 CNA 095-BM30-BM9-10	20	20	21	Baixa	Baixa
33 CNA 095-BM30-BM9-8	19	20	21	Baixa	Baixa
34 CNA 095-BM31-BM41P-14	19	20	18	Baixa	Baixa
35 CNA 095-BM30-BM9-4	18	20	19	Baixa	Baixa
36 CNA 095-BM30-BM27P-4	18	19	21	Baixa	Média
37 CNA 095-BM30-BM26P-5	18	21	22	Baixa	Média
38 CNA 095-BM30-BM9-28	19	19	22	Baixa	Baixa
39 CNA 095-BM30-BM29P-5	21	22	25	Baixa	Média
40 CNA 095-BM8-BM35P-3	18	18	15	Baixa	Baixa
41 TOM 1-3	34	39	35	Baixa	Baixa
42 CNA 108-B-28-Py3-P45-2B	18	19	14	Baixa	Baixa
43 CNA 108-B-36-Py30-2B	17	17	16	Baixa	Baixa
44 CNA 108-B-42-Py10-2B	16	17	18	Baixa	Baixa
45 CNA 108-B-42-Py24-2B	24	26	27	Baixa	Média
46 Pérola	19	22	24	Baixa	Média
47 IAC 165	21	24	22	Baixa	Baixa
48 Dourado Precoce	18	21	15	Média	Baixa
49 CNA 790313	15	18	23	Média	Alta
50 CNA 790559	17	21	21	Média	Média
51 CNA 7911001	16	19	21	Média	Média
52 CNA 800056	12	15	17	Média	Alta
53 CNA 800172	16	19	17	Média	Baixa
54 CNA 104-B-18-Py-17-L	16	20	21	Média	Alta
55 CNA 104-B-18-Py-18-L	13	15	18	Média	Alta
56 CNA 104-B-18-Py-20-L	14	18	20	Média	Alta

TABELA 1. Continuação.

Cultivar/linhagem	Ca + Mg extraível (meq/100 g)			Resposta	
	0,6(pH 5,1)	2,5(pH 5,7)	4,9(pH 6,7)	2,5 Ca + Mg	4,9 Ca + Mg
57 CNA 119-BM-BM15P-6	17	21	24	Média	Alta
58 CNA 066-BM-BM74P-1	16	20	21	Média	Alta
59 CNA 066-BM1-BM4	16	18	19	Média	Média
60 CNA 092-BM11-BM19P-7	21	25	27	Média	Média
61 CNA 092-BM11-BM19P-8	20	26	29	Média	Alta
62 CNA 092-BM18-BM16P-2	20	25	24	Média	Baixa
63 CNA 092-BM11-BM27P-1	25	29	30	Média	Média
64 CNA 093-BM-BM51P-BM4	17	20	20	Média	Média
65 CNA 095-BM30-BM29P-10	17	21	22	Média	Média
66 CNA 095-BM30-BM9-25	17	20	18	Média	Baixa
67 CN 76117	18	22	20	Média	Baixa
68 CNA 108-B-28-Py3-2B	13	16	14	Média	Baixa
69 CNA 108-B-28-Py9-2B	13	16	18	Média	Alta
70 CNA 108-B-28-Py11-2B	18	23	22	Média	Média
71 CNA 108-B-28-Py16-2B	16	20	22	Média	Alta
72 CNA 108-B-28-Py17-2B	13	16	18	Média	Alta
73 CNA 108-B-36-Py14-2B	18	22	22	Média	Média
74 CNA 108-B-36-Py37-2B	10	12	15	Média	Alta
75 Bico Ganga	16	19	22	Média	Alta
76 IRAT 144	26	31	28	Média	Baixa
77 IAC 150	17	21	19	Média	Baixa
78 CNA 095-BM-BM46P-BM7	17	21	20	Média	Média
79 CNA 095-BM31-BM41-P-21	13	17	11	Média	Baixa
80 CNA 092-BM11-BM19P-6	25	29	30	Média	Média
81 IAC 47	20	29	26	Alta	Alta
82 IAC 164	14	23	19	Alta	Alta
83 IAC 1246	14	20	23	Alta	Alta
84 B17-180	14	20	22	Alta	Alta
85 CN 770547	9	17	15	Alta	Alta
86 CN 770907	14	20	19	Alta	Alta
87 CNA 790261	10	15	19	Alta	Alta
88 CNA 790277	15	21	22	Alta	Alta
89 CNA 790357	11	15	22	Alta	Alta
90 CNA 800010	9	11	14	Alta	Alta
91 CNA 800045	20	32	32	Alta	Alta
92 CNA 104-B-18-Py-11-L	10	17	18	Alta	Alta
93 CNA 800211	9	21	28	Alta	Alta
94 CNA 092-BM11-BM19P-3	10	21	22	Alta	Alta
95 CNA 092-BM10-BM27P-2	21	28	28	Alta	Alta
96 CNA 095-BM31-BM41P-10	11	19	19	Alta	Alta
97 CNA 103-B-28-Py2-2B	8	17	19	Alta	Alta
98 IEM 938	8	16	11	Alta	Alta
99 CNA 108-B-28-Py8-2B	9	15	15	Alta	Alta
100 IAC 136	17	25	23	Alta	Alta

CONCLUSÕES

1. As cultivares de arroz responderam à aplicação de calcário nos solos de cerrados, variando de cultivar para cultivar.

2. Quando o nível de Ca + Mg no solo foi elevado de 0,6 para 2,5 meq/100 g, houve um aumento de produção aproximado de 18,5%. Quando o nível de Ca + Mg foi aumentado de 2,5 para 4,9 meq, o aumento da produção foi de, aproximadamente, 4,5%. Por outro lado, a produção aumentou 23%. Com a aplicação de 30 g de calcário por vaso (4,9 meq/100 g Ca + Mg) em comparação ao tratamento sem calcário.

3. Em solos de cerrado, se o nível Ca + Mg estiver em torno de 3 meq/100 g, pode-se obter uma produção razoavelmente boa, se outros fatores de produção não forem limitantes. O uso de cultivares mais eficientes na utilização de Ca + Mg pode ajudar ainda mais no aumento da produção. Este estudo foi realizado em condições de casa de vegetação e não pode ser extrapolado diretamente para o campo, mas pode servir de base para teste no campo.

4. Houve mudança química do solo, com a aplicação de calcário, uma vez que 20 g por vaso neutralizaram completamente o Al trocável, dez dias após a aplicação.

5. É necessário analisar o solo em todo o ciclo da cultura, para avaliar mais detalhadamente as mudanças químicas e a conseqüente disponibilidade de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- BLACK, C.A. *Soil-plant relationships*. New York, John Wiley & Sons, 1968. 792p.
- BRADY, N.C. Supply and availability of phosphorus and potassium. In: _____. *The nature and properties of soils*. 8 ed. New York, Macmillan, 1974. p.456-83.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. & GARBER, J.J. Nível de nutriente e densidade de plantio adequados; para experimentos com o arroz em casa de vegetação. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(9): 1279-84, set. 1982.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. & WAGNER, E. Potencial agrícola da região dos cerrados brasileiros. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(1):1-17, jan. 1980.
- HAYNES, R.J. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. *Plant Soil*, 68:280-308, 1982.
- LINDSAY, W.L. & MORENO, E.C. Phosphate equilibria in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 24:177-82, 1960.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41:742-6, 1977.
- WHITE, R.E. & TAYLOR, A.W. Effect of pH on phosphate adsorption and isotopic exchange in acid soils at low and high additions of soluble phosphate. *J. Soil Sci.*, 28:48-61, 1977.