

AValiação DE CULTIVARES DE ARROZ NA UTILIZAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM SOLO DE CERRADO¹

NAND KUMAR FAGERIA² e ORLANDO PEIXOTO MORAIS³

RESUMO - Para a avaliação da resposta de 48 cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro à aplicação de calcário, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Escuro. Com base na curva de calibração, foram aplicados quatro níveis de calcário (0, 9, 18, 27 g/vaso - PRNT 100%), que resultaram, respectivamente, em 1; 2,7; 4,2 e 5,4 meq/100 g de Ca + Mg do solo. De acordo com as respostas aos níveis de calcário aplicados, as cultivares foram classificadas em três grupos: baixa, média e altamente responsivas à aplicação de calcário. Entre as mais produtivas em condições de baixos níveis de Ca + Mg e mais responsivas ao calcário sobressaíram a IAC 47 e a CNA 104-B-68-B-2.

Termos para indexação: acidez do solo, *Oryza sativa*, calcário, fixação de fósforo, arroz de sequeiro.

EVALUATION OF RICE CULTIVARS FOR UTILIZATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN THE CERRADO SOIL

ABSTRACT - Forty eight upland rice (*Oryza sativa* L.) cultivars were evaluated for their response to lime in a greenhouse experiment using a Dark-Red Latosol. Based on a calibration curve, four levels of lime were applied (0, 9, 18 27 g/pot-lime neutralizing value 100%). These lime levels correspond to 1; 2.7; 4.2 and 5.4 meq/100 g of Ca + Mg in the soil. Yield increase for each cultivar was calculated at 9, 18 and 27 g lime treatments in relation to production at no lime treatment. Rice cultivars responded to lime application and the response varied from cultivar to cultivar. Based on this yield increase, cultivars were classified in three groups as low, medium and highly responsive to lime application. Among tested cultivars, IAC 47 and CNA 104-B-68-B-2 were more productive at low as well as higher levels of Ca + Mg.

Index terms: soil acidity, liming, phosphorus fixation, *Oryza sativa*, upland rice.

INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados com a nutrição mineral das plantas são corrigidos, geralmente, através da modificação da disponibilidade de nutrientes no solo. Esta prática é bem-sucedida em determinadas circunstâncias, mas a estratégia para o futuro deverá explorar o potencial genético da planta na absorção e utilização dos nutrientes. Isso se deve, principalmente, à elevação do custo dos fertilizantes e à exploração de áreas menos férteis, ou com problemas de toxidez de certos elementos. Desta forma, deve-se focar, tanto a recuperação do solo para as plantas como o condicionamento destas para o solo (Clark 1976, Rhue & Grogan 1976).

Uma vez selecionadas as cultivares eficientes e/ou tolerantes, elas podem ser usadas para produção ou utilizadas em melhoramento, para a incorporação destas características em outras cultivares agronomicamente promissoras (Foy 1976, Konzak et al. 1976, Ponnampuruma 1976).

A literatura indica que existe grande diferença entre as cultivares, quanto à utilização de cálcio e magnésio (Brown 1963, Clark 1975, 1976, Fageria 1984).

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de cultivares de arroz de sequeiro à aplicação de calcário e sua eficiência na utilização de cálcio e magnésio do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Goiânia, GO. O solo foi um Latossolo Vermelho-Escuro da Fazenda Capivara (sede do CNPAP), cuja análise química revelou: pH 5,1; P = 0,75 ppm; K = 39 ppm; Ca + Mg = 0,15 meq/100 g; e Al = 0,65 meq/

¹ Aceito para publicação em 29 de julho de 1986.

Trabalho apresentado no XVI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Ilhéus, 1984.

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

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPAP.

100 g. As amostras de solo, da camada superficial (0 cm - 20 cm), foram secas, peneiradas e colocadas em vasos de 6 kg. Preliminarmente, com base na incubação do solo com calcário, foi desenvolvida uma curva de calibração, utilizando calcário dolomítico nas doses de 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 g/vaso (posteriormente corrigidas para 100% de Poder Relativo de Neutralização Total - PRNT). O calcário utilizado no experimento continha 19% de CaO, 14,8% de MgO e um PRNT igual a 57,36%. 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, K, Mn, Cu e Zn, foi feita quinze dias após a aplicação dos tratamentos. O extrator usado para P, K, Mn, Cu e Zn foi H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N, enquanto Ca + Mg e Al foram extraídos por KCl 1 N. O P extraído da solução foi determinado por colorimetria; o K, por fotômetro de chama; e Mn, Zn e Cu, por absorção atômica. 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, 9, 18 e 27 g de calcário por vaso (doses correspondentes a 100% de PRNT). Com a aplicação destas doses, foram obtidos 1, 2,7, 4,2 e 5,4 meq/100 g de Ca + Mg (correspondentes a pH de 5, 5,6, 6,2 e 6,4). Os tratamentos foram repetidos três vezes. Foram aplicados 400 mg de N; 1.260 mg de P_2O_5 ; 960 mg de K_2O e 138 mg de Zn por vaso. Cada vaso recebeu 400 mg de N em cobertura, 50 dias após o plantio (Fageria et al. 1982).

As cultivares de arroz foram semeadas no dia 15 de setembro de 1983. Após a germinação, foram selecionadas três plantas uniformes por vaso, eliminando as restantes. Aproximadamente 35 dias após o plantio, observou-se deficiência de ferro e, provavelmente, de outros micronutrientes, tendo sido, então, aplicados 500 ml de solução nutritiva de micronutrientes em cada vaso (Yoshida et al. 1976), em 21 e 28 de outubro e em 4 de novembro de 1983. Com a aplicação dessa solução, as plantas recuperaram-se completamente.

A colheita foi efetuada entre 5 de janeiro a 8 de fevereiro de 1984, 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, conforme critérios apresentados na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito do calcário sobre as propriedades químicas do solo

O efeito de diferentes níveis de calcário sobre o pH, Ca + Mg, P, Al, Mn, Cu e Zn, extraíveis, quinze dias após a aplicação, são mostrados nas Fig. 1, 2, 3, 4 e 5. O pH aumentou de 5 para 5,4; 5,8;

6,1; 6,4; 6,5 e 6,7, para as doses de calcário de 6, 12, 18, 24, 30 e 36 g/vaso, respectivamente (Fig. 1). Do mesmo modo, a disponibilidade de Ca + Mg do solo também aumentou com o incremento da dose de calcário (Fig. 2). Com a aplicação de 36 g de calcário/vaso, o Ca + Mg aumentou de 1 para 6 meq/100 g no solo. Originalmente, o solo continha 0,15 meq de Ca + Mg, valor que se elevou para 1, com a aplicação básica de fósforo. O fósforo foi aplicado através de superfosfato triplo que possui aproximadamente 13% Ca. O P extraível do solo aumentou até a dose de 19,54 g de calcário por vaso, vindo a decrescer nos níveis mais altos (Fig. 3).

TABELA 1. Critério utilizado para avaliação da resposta de cultivares de arroz, ao calcário dolomítico.

Aumento da produção ¹ (%)	Resposta
0 - 15	Baixa
16 - 30	Média
> 30	Alta

$$1 = \frac{\text{Produção com calcário} - \text{produção sem calcário}}{\text{Produção sem calcário}} \times 100$$

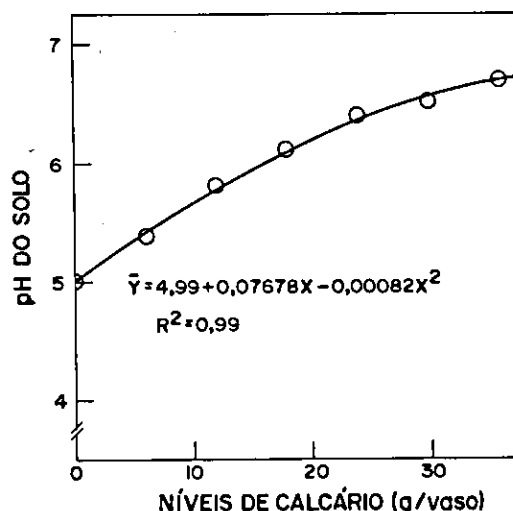


FIG. 1. Influência da aplicação de calcário no pH do solo.

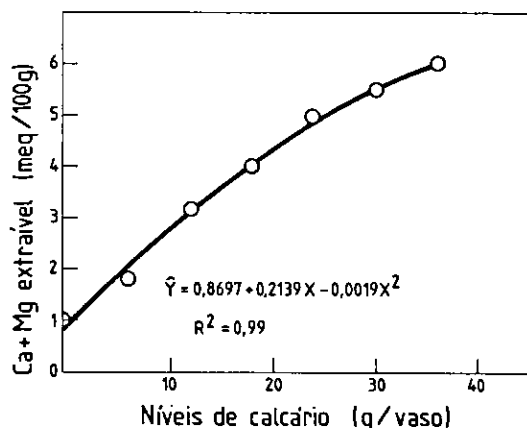


FIG. 2. Influência da aplicação de calcário no Ca + Mg extraível do solo.

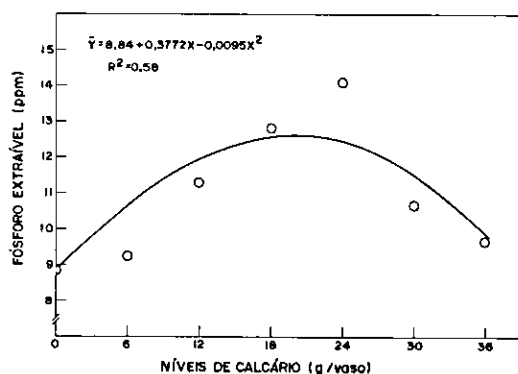


FIG. 3. Influência da aplicação de calcário no P extraível do solo.

A razão do aumento da concentração de fósforo nos solos ácidos, pela aplicação de calcário até certo nível, está ligada à redução das concentrações de Fe e Al, que causam a fixação do P na forma de fosfato insolúvel de Fe e Al (Brady 1974).

A diminuição do teor de P na presença de altos níveis de calcário pode ser explicada pela fixação, com a formação de fosfatos de cálcio insolúveis (White & Taylor 1977).

A aplicação de calcário diminui o Al trocável no solo (Fig. 4). A dose de 18 g de calcário por vaso neutralizou todo o alumínio do solo.

Foi observada uma redução nos teores de zinco e em menor grau nos de cobre, com o aumento das doses de calcário aplicadas. Em relação ao manganês, a redução ocorreu até 24 g de calcário/vaso, havendo, depois, um aumento (Fig. 5).

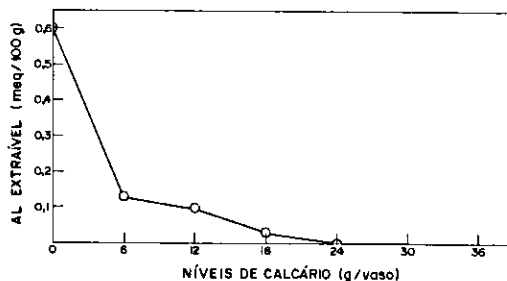


FIG. 4. Influência da aplicação de calcário no Al extraível do solo.

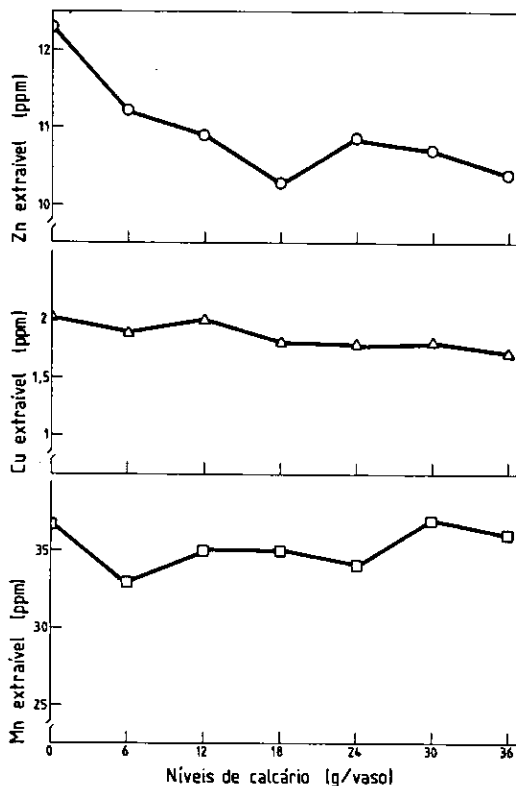


FIG. 5. Influência da aplicação de calcário no Zn, Cu e Mn extraível do solo.

Efeito do calcário na produção de grãos

A resposta média das 48 cultivares e a cada grupo (resposta baixa, média e alta) à aplicação de calcário pode ser observada nas Fig. 6 e 7. A produção máxima foi obtida com a aplicação 19,54 g de calcário por vaso, havendo um aumento de aproximadamente 15% em relação à produção sem cal-

TABELA 2. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário.

Cultivar	Ca + Mg extraível (meq/100 g)				Resposta		
	1	2,7	4,2	5,4	2,7*	4,2	5,4
	Produção de grãos (g/vaso)						
Tom 1-3	19	20	21	21	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 449-BM15-3-B-5	17	18	19	18	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 104-B-2-B-3	15	17	17	17	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 468-BM22-4-B-3	14	16	16	15	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 461-BM3-1-B-3	17	18	15	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 473-BM24-2-B-1	16	15	12	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 473-BM26-1-B-5	15	15	14	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 095-BM30-BM29P-2	14	15	15	14	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 108-B-28-10-1-B	10	8	6	6	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 473-BM24-2-B-4	13	13	12	13	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 473-BM24-2-B-2	14	12	12	12	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 511-12-B-3	17	16	10	11	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 511-16-B-3	17	18	16	14	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 511-16-B-6	17	15	12	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 513-7-B-4	14	16	13	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 515-11-B-3	15	15	15	16	Baixa	Baixa	Baixa
IREM 247	16	18	18	16	Baixa	Baixa	Baixa
CNA 515-11-B-5	12	13	13	14	Baixa	Baixa	Média
CNA 108-B-28-15-1-B	8	9	10	11	Baixa	Média	Alta
BG 35-2	8	8	11	8	Baixa	Alta	Baixa
CNA 095-BM31-BM41-9	12	13	14	14	Baixa	Alta	Alta
80 M609	12	14	14	13	Média	Média	Baixa
CNA 095-BM30-BM27P-9	13	15	15	13	Média	Média	Baixa
CNA 104-B-68-B-2	19	23	23	23	Média	Média	Média
CNA 108-B-28-8-29-5	9	11	13	11	Média	Alta	Média
CNA 108-B-28-8-28-3	7	9	13	10	Média	Alta	Alta
CNA 108-B-28-8-28-2	7	9	10	11	Média	Alta	Alta
CNA 444-BM-38-28-4	13	15	16	17	Média	Média	Alta
CNA 444-BM-38-1-B-2	13	16	18	18	Média	Alta	Alta
CNA 449-BM15-1-B-2	13	16	19	19	Média	Alta	Alta
CNA 449-BM15-1-B-4	13	16	16	17	Média	Média	Alta
CNA 468-BM22-4-B-4	12	15	15	15	Média	Média	Média
CNA 473-BM24-2-B-5	11	14	16	17	Média	Alta	Alta
CNA 511-12-B-5	11	14	15	17	Média	Alta	Alta
CNA 511-16-B-5	11	13	14	15	Média	Média	Alta
CNA 513-7-B-3	11	13	10	11	Média	Baixa	Baixa
CNA 515-11-B-2	13	15	14	13	Média	Baixa	Baixa
CNA 516-23-3	15	18	15	14	Média	Baixa	Baixa
IREM 873-2G	13	15	12	14	Média	Baixa	Baixa
CNA 762324	13	15	15	15	Média	Média	Média
IAC 47	19	25	25	25	Alta	Alta	Alta
CNA 104-B-18-20-4-1	13	16	14	13	Alta	Baixa	Baixa
CNA 108-B-28-8-28-1	8	11	12	10	Alta	Alta	Média
CNA 444-BM-38-7-B-5	12	17	18	18	Alta	Alta	Alta
CNA 449-BM15-1-B-2	11	15	17	18	Alta	Alta	Alta
CNA 449-BM15-3-B-4	13	17	18	19	Alta	Alta	Alta
CNA 515-11-B-1	12	17	14	16	Alta	Média	Alta
CNA 515-3-1	11	17	15	15	Alta	Alta	Alta

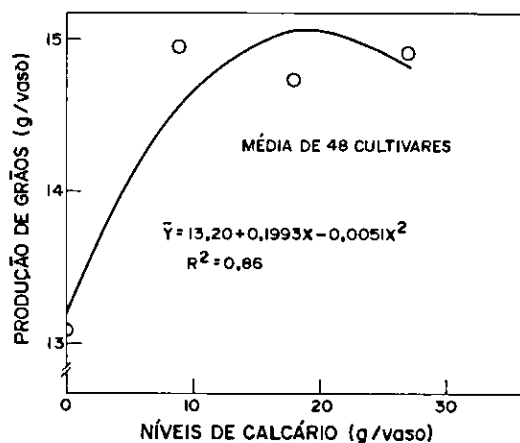


FIG. 6. Efeito de níveis de calcário na produção média de 48 cultivares de arroz de sequeiro.

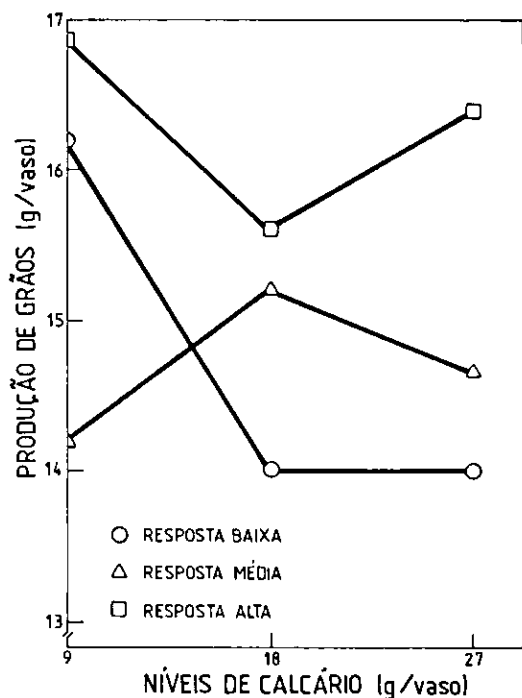


FIG. 7. Relação entre níveis de calcário e produção de grãos de três grupos das cultivares (grupo de resposta baixa, média e alta).

xa, média e alta resposta ao calcário, com a elevação dos valores de Ca + Mg de 4,2 para 5,4 meq/100 g de solo.

Entre as cultivares avaliadas, dois grupos são mais desejáveis: o primeiro grupo representa as que produziram acima da média das 48 cultivares (Fig. 6), a baixo nível de Ca + Mg, e apresentaram boa resposta à aplicação de calcário (aumento da produção acima de 30%). Neste grupo sobressaíram-se a IAC 47 e a CNA 104-B-68-B-2; o segundo grupo representa as cultivares que produziram muito bem a baixo nível de Ca + Mg (acima de média geral), mas não responderam ao alto nível desses nutrientes. Neste grupo estão incluídas as cultivares Tom 1-3, CNA 095-BM30-BM29p-2, CNA 104-B-2-B-3, CNA 104-B-68-B-2, CNA 449-BM15-3-B-5, CNA 468-BM22-4-B-3, CNA 461-BM31-B-3, CNA 473-BM24-2-B-1, CNA 473-BM26-1-B-5, CNA 511-12-B-3, CNA 511-16-B-3, CNA 511-16-B-6, CNA 513-7-B-4, CNA 515-11-B-3, CNA 516-23-3 e IREM 247.

Classificação das cultivares

A classificação das cultivares, quanto à resposta à aplicação de calcário, é apresentada na Tabela 2. Esta classificação baseia-se no aumento da produção provocado pela elevação no teor de Ca + Mg para 2,7, 4,2 e 5,4 meq/100 g em comparação ao tratamento sem calcário. As cultivares foram classificadas como baixa, média e altamente responsivas, de acordo com o critério apresentado na Tabela 1.

Dentre as cultivares avaliadas (Tabela 2), 44% tiveram baixa resposta, 39%, média, e 17%, alta, com a aplicação de 2,7 meq/100 g de Ca + Mg. Quando o teor de Ca + Mg aumentou de 2,7 para 4,2 meq, a percentagem de cultivares de baixa resposta elevou-se para 48%; a de resposta média, para 21%; e a de cultivares altamente responsivas, para 31%.

CONCLUSÕES

1. Os resultados obtidos neste estudo mostram que as cultivares de arroz estudadas respondem diferentemente à aplicação de calcário em solo de cerrado.

cário. Com essa dosagem de calcário, o pH subiu para 6,47, e o teor de Ca + Mg, para 5 meq/100 g do solo. Em termos de produção, 52%, 13% e 35% das cultivares apresentaram, respectivamente, bai-

2. A produção máxima (média de 48 cultivares) foi obtida com 5 meq/100 g de Ca + Mg e pH 6, aproximadamente.

3. Os materiais que apresentaram maiores produções de grãos, a baixo nível de Ca + Mg; e maiores respostas à aplicação de calcário foram a IAC 47 e a CNA 104-B-68-B-2.

4. As cultivares Tom 1-3, CNA 449-BM15-3-B-5, CNA 461-BM3-1-B-3 e CNA 511-16-B-3 classificaram-se entre as mais produtivas, em condições de baixos níveis de Ca + Mg, porém apresentaram baixa resposta ao calcário dolomítico.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BROWN, J.C. Interactions involving nutrient elements. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 14:93-106, 1963.
- CLARK, R.B. Differential magnesium efficiency in corn inbreds. I. Dry matter yields and mineral element composition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 39:488-91, 1975.
- CLARK, R.B. Plant efficiencies in the use of calcium, magnesium, and molybdenum. In: *WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1976. p.175-91.
- FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário em solo de cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, 19(7):883-9, 1984.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P.; GARBER, M.J. Nível de nutriente e densidade de plantio adequados para experimentos com arroz em casa de vegetação. *Pesq. agropec. bras.*, 17(9):1279-84, 1982.
- FOY, C.D. General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: *WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1976. p.255-67.
- KONZAK, C.F.; POLLE, E.; KITTRICK, J.A. Screening several crops for aluminum tolerance. In: *WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1976. p.311-27.
- PONNAMPERUMA, F.N. Screening rice for tolerance to mineral stresses. In: *WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1976. p.341-53.
- RHUE, R.D. & GROGAN, C.O. Screening corn for aluminum tolerance. In: *WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Ithaca, Cornell University Agricultural Experiment Station, 1976. p.297-310.
- WRITE, 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.
- YOSHIDA, S.; FORNO, D.A.; COCK, J.H.; GOMES, K.A. *Laboratory manual for physiological studies of rice*. Los Baños, International Rice Research Institute, 1976. p.29-34.