

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ PARA MAIOR EFICIÊNCIA NA ABSORÇÃO DE FÓSFORO¹

NAND KUMAR FAGERIA² e MOREL PEREIRA BARBOSA FILHO³

RESUMO - Cento e cinquenta e três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro foram testadas em solo com deficiência de fósforo em condições de campo. Foram utilizados dois níveis de fósforo: nível natural do solo; e 100 kg/ha de P₂O₅. Foi constatada a possibilidade da obtenção de cultivares tolerantes ao baixo nível de fósforo. Baseado num parâmetro, denominado α , que estima a eficiência na absorção de fósforo, as cultivares foram classificadas em quatro grupos: cultivares eficientes não-responsivas (ENR), cultivares eficientes e responsivas (ER), cultivares não-eficientes responsivas (NER) e cultivares não-eficientes não responsivas (NENR). As cultivares desejáveis, do ponto de vista de tolerância ao baixo nível de fósforo são: Santa Amélia, Carolina, Prata preto, Mato Grosso, Tainan, IET 1444, IAC 21, IPSL 2060, Quatro meses, Japonês, IAC 1131, AUS 8, IAC 47, Jaguari, Santo Antônio, IAC 5032 e IRAT 13. Constatou-se que cultivares eficientes absorvem mais fósforo do solo que cultivares não-eficientes.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L., maior eficiência de absorção de fósforo, estresse mineral, nutrientes disponíveis, cultivares eficientes.

SCREENING RICE CULTIVARS FOR HIGHER EFFICIENCY OF PHOSPHORUS ABSORPTION

ABSTRACT - One hundred and fifty-three cultivars of upland rice (*Oryza sativa* L.) were screened for phosphorus deficiency under field conditions. The test was conducted in two levels of phosphorus: natural level of soil and 100 kg/ha of P₂O₅ were utilized. Existence of varietal tolerance to phosphorus deficiency was confirmed. Based on parameter of the efficiency use of the added phosphorus fertilizer (α), cultivars were classified into four groups: Non-responsive efficient (NRE), responsive efficient (RE), responsive inefficient (RIE), and non-responsive inefficient (NIE). The tolerant cultivars to low level of phosphorus in the soil were: Santa Amélia, Carolina, Prata preto, Mato Grosso, Tainan, IET 1444, IAC 21, IPSL 2060, Quatro meses, Japonês, IAC 1131, AUS 8, IAC 47, Jaguari, Santo Antônio, IAC 5032 and IRAT 13. Tolerant cultivars absorbed more phosphorus than inefficient cultivars from soil.

Index terms: *Oryza sativa* L., higher efficiency of phosphorus absorption, mineral stress, available nutrient, efficient cultivars.

INTRODUÇÃO

A adaptação das plantas a condições adversas de ambiente tem crescido de importância nos últimos anos. Isto se deve principalmente, aos custos cada vez maiores para a produção de alimentos, como também à exploração de áreas menos férteis ou áreas-problemas. Desta forma, tem-se dado enfoque tanto para a adaptação das plantas ao solo como do solo às plantas, como era feito anteriormente. O programa de avaliação e utilização genética iniciado pelo International Rice Research Institute para a cultura do arroz tem um enfoque organizativo internacionalmente para obtenção desses objetivos.

Recentes atividades dos cientistas agrícolas para identificação ou desenvolvimento de cultivares tolerantes à deficiência de fósforo, zinco e ferro (Ikehashi & Ponnampereuma 1977; Brown 1976), toxidez de alumínio, salinidade-alcalinidade e ferro (Fageria & Zimmermann 1979; Howeler & Cadavid 1976; Shafi et al. 1970) têm o propósito de desenvolver cultivares adaptadas às condições adversas do solo.

Até o presente, muito pouca atenção tem sido dada à avaliação de cultivares quanto ao uso eficiente do fósforo em solos com baixa disponibilidade deste elemento, por várias razões. Primeira, a adaptação varietal para solos com baixo nível de fósforo tem sido considerada como uma parte da adaptação de arroz para locais específicos, freqüentemente sem identificação dos outros problemas específicos que estão envolvidos. Segunda, os cientistas do solo somente agora reconhece-

¹ Aceito para publicação em 26 de janeiro de 1981.

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

³ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., CNPAP-EMBRAPA.

ram a variação genética das cultivares para sua adaptação às condições de deficiência ou excesso de nutrientes minerais como uma possível estratégia para resolver o problema dos solos adversos. Terceira, as maiores adversidades dos solos têm sido relacionadas como problemas a serem corrigidos com fertilizantes e corretivos e não através da adaptação varietal.

O objetivo imediato deste trabalho foi selecionar cultivares de arroz que tenham maior capacidade de absorção de fósforo e que produzam economicamente em solos de baixos níveis deste elemento. O objetivo, a longo prazo, é desenvolver cultivares que produzam melhor em solos que não podem ser economicamente corrigidos com aplicação de fertilizantes fosfatados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Fazenda Capivara, Goiânia, Goiás. O solo, Latossolo Vermelho-Escuro, revelou as seguintes características químicas: pH 4,95; P disponível = 0,7 ppm (extrator 0,05 N HCl e 0,025 N H₂SO₄); K trocável = 40 ppm, Ca + Mg trocável = 1,4 mEq/100 g e Al trocável = 0,4 mEq/100 g de solo.

Os níveis de fósforo usados para avaliação da eficiência das cultivares foram: nível natural do solo (± 3 kg/ha de P₂O₅) e aplicação em faixa de 100 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A adubação básica constituiu-se de 50 kg/ha de N, em forma de (NH₄)₂SO₄, 50 kg/ha de K₂O/ha, em forma de KCl e 10 kg/ha de Zn, em forma de ZnSO₄. Um terço de N foi aplicado na semeadura e o restante no início do primórdio floral (variável de 50 a 65 dias após plantio). A quantidade total de fósforo, potássio e zinco foi aplicada no plantio a lanço e misturada ao solo.

Foram semeadas 200 cultivares de arroz, em parcelas de duas linhas com 5 m de comprimento, no espaçamento de 0,5 m. A densidade de semeadura foi de 50 sementes/m linear. Foram colhidos os grãos dos quatro metros centrais de cada linha. Do total de cultivares/linhagens, somente 153 puderam ser avaliadas. As 47 restantes foram eliminadas por não terem completado o ciclo, ou por produzirem muito pouco. Os resultados apresentados são a média de três repetições.

Dez plantas de cada cultivar por repetição foram coletadas na época de floração, para determinar o peso seco e o teor de P no tecido. Logo após a coleta, as plantas foram secadas em estufa a 75°C, por 72 horas. O preparo do material para análise foi feito em moinho equipado

com peneira de malha de 20 "meshes". O material seco sofreu uma digestão com mistura de três ácidos: HNO₃ - H₂SO₄ - HClO₄ (proporção 10:1:4), segundo processo descrito por Jackson (1973). O fósforo, no material digerido, foi determinado colorimetricamente pelo método de Yoshida et al. (1976).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de grãos e a eficiência das plantas no uso de fósforo foram usadas como critérios para diferenciação das cultivares eficientes e não eficientes. Um parâmetro, denominado α (Centro Internacional de Agricultura Tropical 1978), que estima a eficiência na absorção de fósforo, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\alpha = \frac{\text{Produção com nível alto de P} - \text{Produção com nível baixo de P}}{\text{Diferença entre os níveis alto e baixo de P}_2\text{O}_5 \text{ (kg/ha)}}$$

Os valores de produção das diferentes cultivares no nível baixo de fósforo e seu correspondente α são representados nos eixos x e y do sistema de coordenadas cartesianas, respectivamente (Fig. 1). Foram calculadas também a média de produção ao nível baixo em fósforo e a média de α . O diagrama, então, foi dividido em quadrantes, que permitem separar quatro grupos de cultivares (Fig. 1 e 2), sendo descritas como segue:

1. Cultivares eficientes não-responsivas (ENR)

Representam as cultivares que produziram muito, em baixo nível de fósforo, mas não responderam ao nível alto deste nutriente.

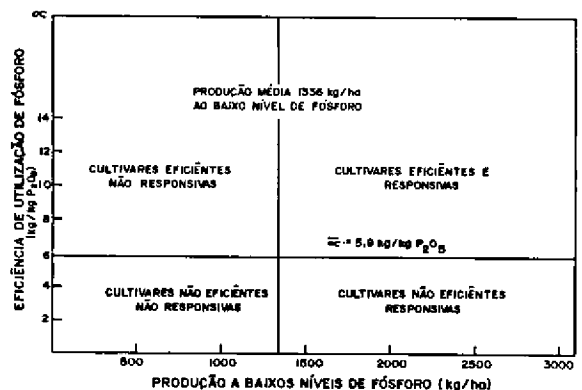


FIG. 1. Avaliação de cultivares de arroz a baixo e alto nível de fósforo.

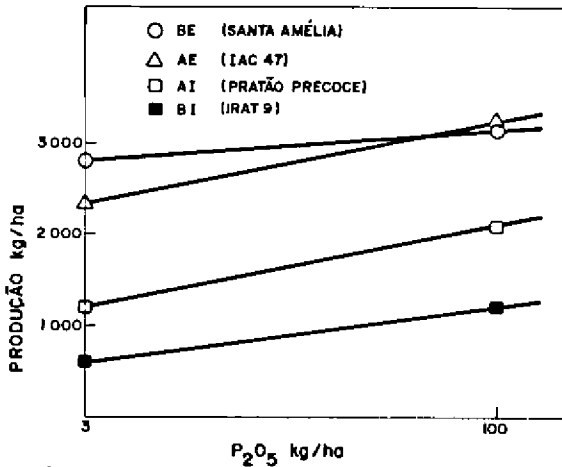


FIG. 2. Diferentes curvas de resposta de cultivares de arroz sob dois níveis de fósforo (ENR = eficientes não-responsivas; ER = eficientes responsivas; NER = não-eficientes responsivas; NENR = não-eficientes não-responsivas).

2. Cultivares eficientes e responsivas (ER)

Representam as cultivares que produziram muito, sob condições de baixo fósforo, e responderam bem ao incremento.

3. Cultivares não-eficientes responsivas (NER)

Representam as cultivares que produziram pouco, sob baixo nível de fósforo, mas apresentaram apreciável incremento na produção no nível alto do nutriente.

4. Cultivares não eficientes não-responsivas (NENR)

Representa as cultivares que produziram pouco, em baixo ou alto níveis de fósforo.

Resultados de todas as cultivares que foram classificadas como grupo 1 e algumas dos grupos 2, 3 e 4 estão representadas na Fig. 3. As cultivares do grupo 1 (ENR) são mais desejáveis, pois adaptam-se aos produtores que não dispõem de condições para utilizar fertilizantes. Em face do melhor uso do fósforo disponível, sugere-se para estas cultivares o uso de fosfato natural, o qual se caracteriza como fonte mais econômica de fósforo. A utilização de cultivares que têm melhor capacidade na utilização do fósforo do solo permite estabilizar a produção, em solo pobre no elemento, como os de cerrado.

As cultivares pertencentes ao grupo 2 (ER) apresentaram as mesmas características das do grupo 1, sendo então possível recomendá-las para cultivo com baixa tecnologia; no que tange à adubação fosfatada, entretanto, são também recomendadas para cultivo com alta utilização de fósforo, visto que sofreram apreciáveis incrementos na produção em níveis mais altos de fósforo.

As cultivares pertencentes ao grupo 3 (NER), embora tivessem respondido à aplicação de fósforo, não alcançaram a produtividade das do grupo 1 e 2 (Fig. 3). As do grupo 4 (NENR) produziram pouco, sob qualquer situação, refletindo, possivelmente, má adaptabilidade às condições locais. Portanto, as cultivares do grupo 3 (NER) e 4 (NENR) devem ser eliminadas.

Os resultados obtidos no presente ensaio evidenciam que existem diferenças na utilização de fósforo entre as cultivares de arroz. Resultados desta natureza foram relatados por Gabelman (1976), Whiteaker et al. (1976), e Gunawardena (1979).

A concentração de fósforo nas folhas, por ocasião do florescimento, foi determinada em algumas cultivares dos quatro grupos, e os resultados são apresentados na Fig. 4. Estes resultados mostram que as cultivares do grupo 1 absorvem mais fósforo que as dos outros grupos. Tal fato pode ser atribuído ao desenvolvimento mais profundo e ativo do sistema radicular nestas cultivares, tornando-as mais eficientes na absorção dos nutrientes (Koyama et al. 1973). Uma segunda hipótese é a capacidade que têm as cultivares tolerantes em mobilizar o fosfato fixado, tornando-o disponível (Mahadevappa et al. 1979; Gerloff 1976). Uma razão para isto podem ser as reações bioquímicas que ocorrem quando existe deficiência de fósforo. Nestas cultivares eficientes, por exemplo, a atividade do fósforo aumenta quando há deficiência deste nutriente no tecido da planta, ou, estas cultivares podem abaixar o pH da rizosfera, aumentando a disponibilidade de fósforo. Outra razão pode ser, o fato de as cultivares eficientes terem alta eficiência na utilização de fósforo no processo metabólico.

Os resultados obtidos indicam que existem dois fatores importantes a serem considerados na avaliação de cultivares com estresse mineral. O primeiro

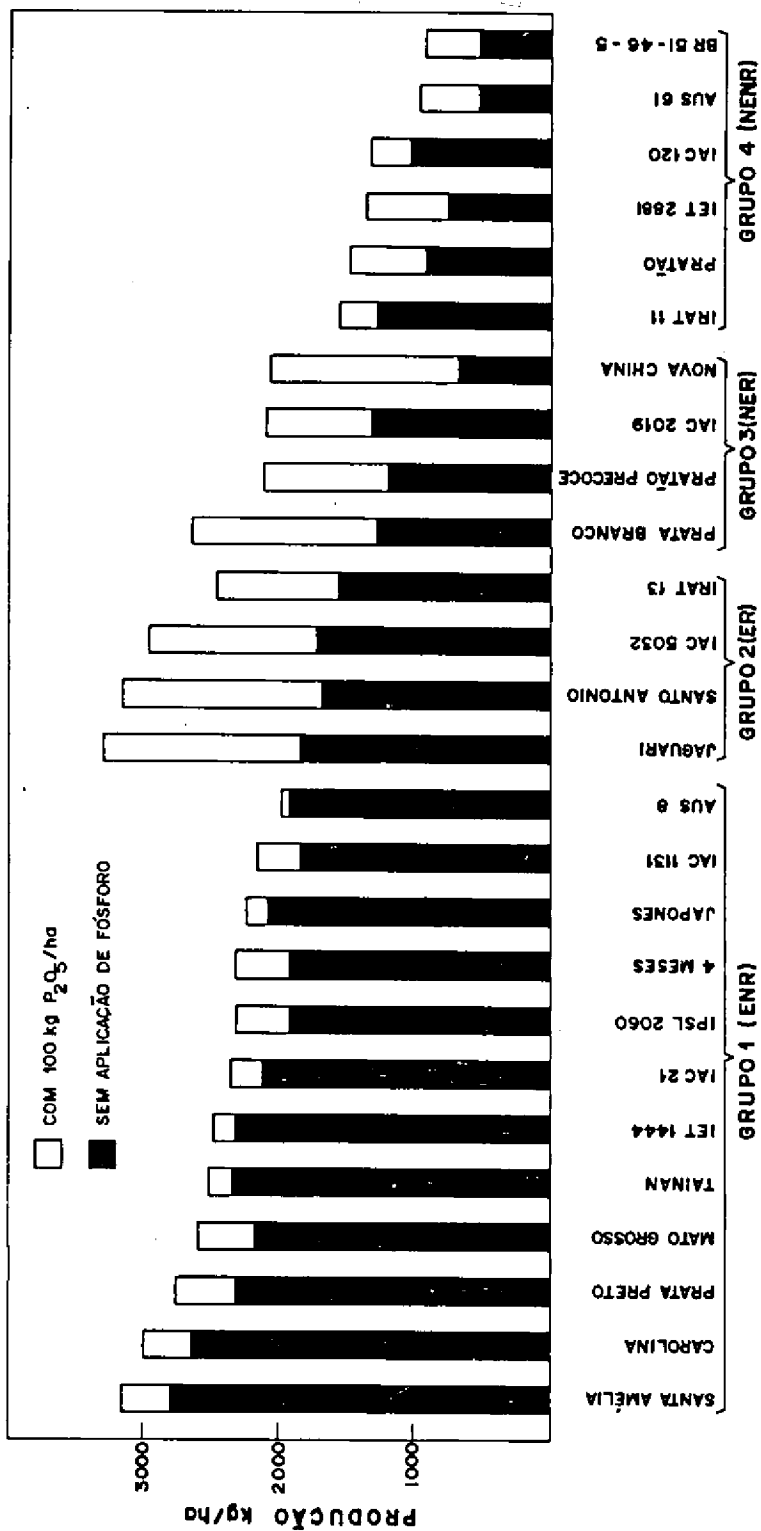


FIG. 3. Rendimento de grãos de cultivares de arroz sob dois níveis de fósforo.

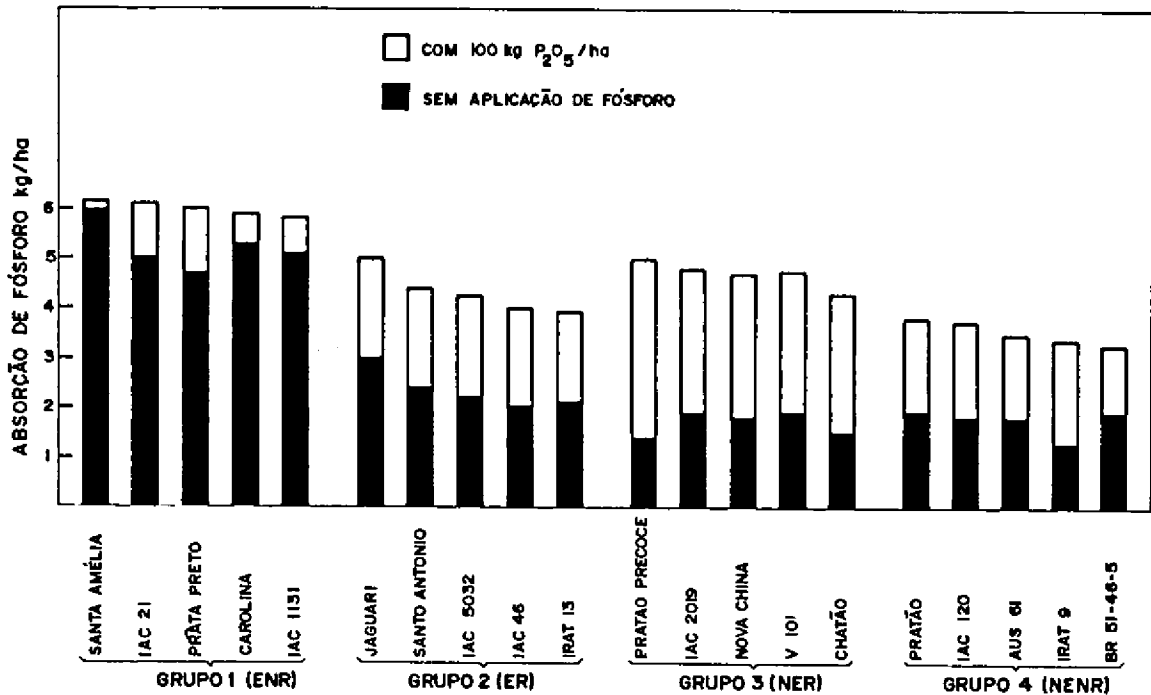


FIG. 4. Absorção de fósforo pelas cultivares de arroz sob dois níveis de fósforo.

é a capacidade da planta em absorver o fósforo do solo, e o segundo diz respeito à habilidade da planta em responder à aplicação de fósforo. Ambos são caracteres genéticos independentes, podendo ser encontrados em uma planta ou transferidos através da hibridação.

Algumas cultivares podem extrair os elementos essenciais mais eficientemente do que outras, em solos deficientes. Uma cultivar que tolera deficiência de fósforo tem uma maior capacidade de se alimentar em fósforo do que uma cultivar sensível (Koyama et al. 1973). Assim, a tolerância à deficiência nutricional pode ser definida como uma maior capacidade de absorver e de assimilar os nutrientes do solo, os quais estão fortemente fixados e, usualmente, não-disponíveis.

CONCLUSÕES

1. Os resultados obtidos mostram que as cultivares de arroz diferem em suas respostas à condições de estresse de fósforo, e algumas têm excelente tolerância ao baixo nível deste nutriente no solo.

2. Existe diferença varietal em termos de exigência e capacidade de extração de fósforo do solo. Portanto, são necessárias diferentes recomendações de adubação fosfatada no mesmo solo para as diferentes cultivares.

REFERÊNCIAS

BROWN, J.C. Iron deficiency and boron toxicity in alkaline soils. In: WRIGHT, M.J. ed. *Proceeding of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Beltsville, Maryland, 1976. Nov. 22-23, p.33-94.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Cali, Colombia, Programa de fríjol. In: _____, *Informe anual 1978*. Cali, Colombia, 1978. p.12-3.

FAGERIA N.K. & ZIMMERMANN, F.J.P. Seleção de cultivares de arroz para tolerância à toxidez de alumínio em solução nutritiva. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 14:141-7, 1979.

GABELMAN, W.M. Genetic potential in nitrogen, phosphorus and potassium efficiency. In: WRIGHT, M.J.; ed. *Proceeding of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils*. Beltsville, Maryland, 1976. Nov. 22-23, p.205-12.

GERLOFF, G.C. Plant efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus, and potassium. In: WRIGHT, M.J.; ed.

- Proceeding of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils. Beltsville, Maryland, 1976. Nov. 22-23, p.161-73.
- GUNAWARDENA, I. Field screening for tolerant to iron toxicity and phosphorus deficiency. s.n.t. Paper presented at the International Rice Research Conference, IRRI, Los Baños, Philippines, April 6-20, 1979.
- HOWELER, R.H. & CADAVID, L.F. Screening of rice cultivars for tolerance to Al-toxicity in nutrient solutions as compared with a field screening method. *Agron. J.*, 68:551-5, 1976.
- IKEHASHI, H. & PONNAMPERUMA, F.N. Varietal tolerance of rice to adverse soils. s.n.t. Paper presented at the symposium "Soils and Rice" at the International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, September 20-23, 1977.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. New Jersey, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc., 1973. p.331.
- KOYAMA, T.; CHAMMER, C. & SNITWONGE, P. Varietal difference of the rice in the resistance to phosphorus deficiency. s.i., s.ed., 1973. (Tech. Bull. TRAC. 4).
- MAHADEVAPPA, M ; IKEHASHI, H. & PONNAMPERUMA, F.N. Testing for yield stability in problem soils. s.n.t. Paper presented at the International Rice Research Conference, IRRI, Los Baños, Philippines, April 16-20, 1979.
- SHAFI, M.; MAJID, A. & AHMAD, M. Some preliminary studies on salt tolerance of rice varieties, *J. Agric. Res.*, 8:117-23, 1970.
- WHITEAKER, G.; GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. & LINDGREN, D. Intraspecific differences in growth of beans at stress levels of phosphorus. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101:472-5, 1976.
- YOSHIDA, S.; FORN, D.A.; COCK, J.H. & GOMES, K.A. Laboratory manual for physiological studies of rice. Los Baños, Philippines. The International Rice Research Institute, 1976. p.27-34.