

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO QUANTO À EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO¹

ITAMAR PEREIRA DE OLIVEIRA², MICHAEL THUNG³, JOÃO KLUTHCOUSKI⁴,
HOMERO AIDAR⁵ e JOSÉ RUY P. DE CARVALHO⁶

RESUMO - A avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para maior eficiência ao uso de fósforo foi conduzida em três fases: 1) determinação das doses recomendáveis de fósforo; 2) avaliação da eficiência de cultivares nas doses recomendáveis estipuladas; e 3) verificação da validade da metodologia de avaliação. Os resultados do primeiro experimento apontaram 30 kg a 120 kg de P₂O₅/ha como as doses recomendadas mínima e máxima (DMi e DMA) de fósforo, em Latossolo Vermelho-Amarelo, respectivamente. Após a definição dos níveis críticos, duzentos e oitenta e nove cultivares foram avaliadas em campo, no mesmo solo, em linhas de cinco metros, para conhecimento da eficiência de cada cultivar quanto ao uso de fósforo. Com base nos dados de produção e da eficiência de uso de fósforo (valor α), as cultivares foram classificadas em quatro grupos: eficientes e responsivas (ER), não-eficientes e responsivas (NER), eficientes e não-responsivas (ENR) e não-eficientes e não-responsivas (NENR). Foram chamadas de eficientes as cultivares que apresentaram a relação produção de grãos/unidade de fósforo acima da relação média daquelas testadas em baixos níveis de fósforo, e de responsivas as cultivares que responderam aos fornecimentos adequados de fósforo. Os resultados obtidos na verificação da metodologia mostraram que 80% delas enquadraram-se no mesmo grupo determinado pelo teste de avaliação de cultivares. As melhores cultivares sob baixo nível de fósforo foram: CNF 0168, CNF 0174, CNF 1139, CNF 0173 e CNF 0117.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, doses recomendáveis de P, cultivares eficientes e responsivas.

SCREENING BEAN CULTIVARS IN RELATION TO HIGHER EFFICIENCY OF PHOSPHORUS USE

ABSTRACT - Screening of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars of phosphorus efficiency was carried out in three stages: 1) determination of recommendable doses of phosphorus; 2) screening large number of cultivars and 3) verification of validity of the screening methodology. Results obtained in the first experiment in Yellow Red Latosol pointed out 30 and 120 kg/ha P₂O₅/ha as low and high recommendable doses of phosphorus, respectively. After establishing the recommendable doses, two hundred eighty nine bean cultivars were evaluated in rows five meters long. Based on yield and phosphorus use efficiency parameters (α), cultivars were classified into four groups: responsive and efficient (RE), non responsive but efficient (NRE), responsive but inefficient (RIE) and no responsive and inefficient (NRIE). Experimental results showed that 80% of the cultivars tested fall under the same group as they were classified in the screening of cultivars. Those cultivars presenting higher grain yield/kg P₂O₅ ratio than the mean ratio obtained in low level of phosphorus were named efficient cultivars (E) and those cultivars responding to adequate phosphorus levels were named responsive cultivars (R). The most efficient cultivars under low level of phosphorus were: CNF 0168, CNF 0174, CNF 1139, CNF 0173 and CNF 0117.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, recommendable doses of P, efficient and responsive cultivars.

¹ Aceito para publicação em 27 de fevereiro de 1986.

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

³ Eng. - Agr., Ph.D., Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

⁴ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPAF.

⁵ Eng. - Agr., Dr., Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Caixa Postal 49, CEP 74000 Goiânia, GO.

⁶ Estatístico, M.Sc., EMBRAPA/CNPAF.

INTRODUÇÃO

Os problemas nutricionais do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), relacionados com fósforo, em campos de cultura, estão associados a dois fatores fundamentais: baixo teor deste elemento no solo (Oliveira & Estrela 1983, Oliveira et al. 1982, Salinas & Sanchez 1976) e altos teores de acidez trocável ou solúvel (Junqueira Neto 1982, Miranda & Lobato 1978). Ambos os fatores refletem a baixa fer-

tilidade atual dos solos e influenciam no rendimento das culturas.

A baixa fertilidade pode ser melhorada com o uso de fertilizantes, corretivos, condicionadores químico-orgânicos e manejo adequado do solo. Em relação ao feijoeiro, embora haja tecnologia disponível para maiores rendimentos, ela nem sempre é utilizada, resultando em cultivos pouco econômicos, em decorrência da baixa produtividade geralmente obtida. Mesmo não sendo um produto exportável a preços compensadores, o feijão é importante em virtude do hábito alimentar da população brasileira, como fonte de proteína e de minerais.

Pesquisas preliminares têm mostrado diferença no comportamento varietal (Oliveira & Malavolta 1980, Oliveira et al. 1982, Fageria & Barbosa Filho 1981) em relação à necessidade de fósforo pelas culturas. Em relação ao alumínio, Oliveira & Malavolta (1982), Mascarenhas et al. (1980) e Fahl et al. (1982) mostraram diferentes graus de tolerância a este elemento, em ambientes adversos ao desenvolvimento vegetal. Trabalho recente de Oliveira & Malavolta (1983), com fósforo marcado, relacionou a tolerância do feijoeiro ao alumínio com a absorção de fósforo, concluindo que as cultivares tolerantes ao alumínio são mais eficientes na absorção de fósforo.

No programa de feijão do Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978) há um projeto de pesquisa, organizado em diversos países, que avalia materiais eficientes no aproveitamento de fósforo solúvel ou disponível, com a finalidade de reduzir o uso deste nutriente. O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (EMBRAPA/CNPAF) tem desenvolvido pesquisas voltadas para o estudo do comportamento de cultivares e linhagens promissoras, integrando as áreas de melhoramento de plantas e fertilidade dos solos.

Considerando que os solos disponíveis atualmente para a expansão da cultura apresentam problemas de baixo fósforo e/ou elevada acidez potencial, procurou-se associar os estudos ao complexo solo-planta para identificar cultivares de feijão produtivas e eficientes ao uso de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de avaliação de cultivares foram realizados em três fases distintas, em Latossolo Vermelho-Ama-

relo, de cerrado, de baixa fertilidade, cujas características se encontram na Tabela 1.

Primeira fase - conhecimento das doses recomendáveis de fósforo

Foram instalados dois experimentos em fatorial 5×10 , em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo um na época da seca e outro na das águas. Utilizaram-se cinco cultivares: C₁ = Carioca, C₂ = Mulatino Paulista, C₃ = Iguazu, C₄ = IPA 7419 e C₅ = Ricobaio, e dez níveis de adubação fosfatada: 0, 60, 120, 180, 240, 300, 450, 600, 750 e 900 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo aplicado em sulcos laterais distanciados cinco centímetros das linhas de plantio. Como adubação básica, utilizaram-se 20 kg/ha de N e 40 kg/ha de K₂O, nas formas de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Cada parcela media 6 m de comprimento por 3 m de largura com seis linhas espaçadas 0,5 m entre si. Foi colhida uma área útil de 10 m², correspondente a quatro linhas centrais eliminando 0,5 m nas cabeceiras de cada linha. Foram mantidas dez plantas por metro, representando uma população final de 200.000 plantas/ha.

A finalidade destes experimentos foi determinar a faixa de maior resposta do feijoeiro em relação ao rendimento de grão/nível de adubação. Foram determinadas as doses mínimas (DMI) e máxima (DMA) da adubação fosfatada.

Os dados de produção, após a análise de variância, foram submetidos à análise de regressão múltipla ($Y_i = b_0 + b_1x_i + b_2x_i^2$). A partir deste modelo, foram obtidas as curvas de produção, que deram origem a um gráfico que relaciona o aumento de produção/aumento de adubação ($\Delta y_i/\Delta x_i$) por faixa ($x_1-x_0, x_2-x_1, x_2-x_2, \dots, x_n-x_{n-1}$) compreendida entre dois níveis de adubação (Δx de P₂O₅). Em seguida, foram definidos os limites da faixa de adubação (dose máxima - DMA e dose mínima - DMI) que permitiram obter aproximadamente 90% da relação máxima $\Delta y_i/\Delta x_i$. Este valor é encontrado medindo-se a altura do eixo (ordenada Δx P₂O₅) de origem da relação $\Delta y/\Delta x$ (abscissa $\Delta y/\Delta x$). Por exemplo, se o gráfico medir 15 cm de ordenada, escolhe-se uma faixa de 1,5 cm em torno do ponto máximo. Assim, são obtidos 10% de seu valor, que corresponde a uma faixa, em que se encontra o valor máximo da relação $\Delta y/\Delta x$.

Segunda fase - avaliação da eficiência de cultivares nas doses recomendáveis

Em uma seleção preliminar, nas épocas da seca e das águas, foram avaliadas duzentas e oitenta e nove cultivares. Usou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, considerando como parcela uma linha de cinco metros, com dez plantas por metro linear. O espaçamento entre cultivares foi de 0,5 m e alternou-se uma cultivar de grão preto com uma de grão de cor.

O primeiro experimento foi adubado com 30 kg/ha de P₂O₅ (DMI), e o segundo, com 120 kg/ha de P₂O₅ (DMA),

além da adubação básica de 20 e 40 kg/ha de N e K₂O, respectivamente.

A produção de grãos por hectare e a eficiência das plantas ao uso de fósforo, determinado pelo valor α , foram os dois parâmetros usados para diferenciar as cultivares eficientes e as não-eficientes. O modelo básico foi o mesmo usado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978), dado pela fórmula.

$$\alpha = \frac{\text{Produção obtida na DMA} - \text{Produção obtida na DMi}}{\text{DMA (120 kg/ha de P}_2\text{O}_5) - \text{DMi (30 kg/ha P}_2\text{O}_5)}$$

TABELA 1. Resultados da análise química do LVA*, Goiânia.

Característica química	Teores	Interpretação**
pH em H ₂ O (1:2,5)	4,9	A c E
H ⁺ meq.mg/100 cc de solo	5,4	A
Al ⁺⁺⁺ meq.mg/100 cc de solo	1,8	A c E
Ca ⁺⁺ meq.mg/100 cc de solo	0,8	B
Mg ⁺⁺ meq.mg/100 cc de solo	0,3	B
K ⁺ meq.mg/100 cc de solo	0,11	M
P ppm	1	B
CTC meq.mg/100 cc de solo	8,41	M
MO (%)	2,1	M
Valor V (%)	14,0	B

* Análise realizada no Laboratório de Solos do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO.

**ACE (acidez elevada), A (alta), M(média) e B(baixa).

Os valores médios de produção de cada cultivar por hectare, obtidos com a dose máxima recomendável de adubação (120 kg/ha de P₂O₅), e o valor α de cada cultivar foram comparados com a produção média geral de produção obtida pelo uso da dose mínima (DMi) de adubação (30 kg/ha P₂O₅) e valor α médio geral (289 cultivares). Os resultados foram plotados em um diagrama dividido em quadrantes, que permitiram separar as cultivares em quatro grupos:

1. Cultivares eficientes e não-responsivas (ENR) - representam as cultivares que apresentam valor α menor que o valor médio (4,1). Elas produzem bem na DMi, mas não respondem à DMA.
2. Cultivares eficientes e responsivas (ER) - estas cultivares apresentam alto valor α (> 4,1), produzem bem em (DMi) de fósforo e respondem aos incrementos deste nutriente.
3. Cultivares não-eficientes e responsivas (NER) - apresentam alto valor α (> 4,1), produzem pouco em DMi de fósforo, mas respondem aos aumentos das doses do elemento.

4. Cultivares não-eficientes e não-reponsivas (NENR) - apresentam baixo valor α (< 4,1) e produzem pouco, seja na DMi ou DMA.

Terceira fase - verificação da validade da metodologia da avaliação.

Foram escolhidas dez cultivares de cada grupo, num total de quarenta, para conhecer a frequência dos resultados. Foram instalados dois experimentos em campo, em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas de 6 m x 3 m, resultando em uma área útil de 10 m² após a eliminação de 0,5 m nas laterais e nas cabeceiras das parcelas. A densidade de plantas foi de dez plantas/m em fileiras espaçadas de 0,5 m. A adubação usada constituiu-se de duas doses de adubação de fósforo (30 e 120 kg/ha de P₂O₅), além da adubação básica de 20 kg/ha de N e 40 kg/ha de K₂O.

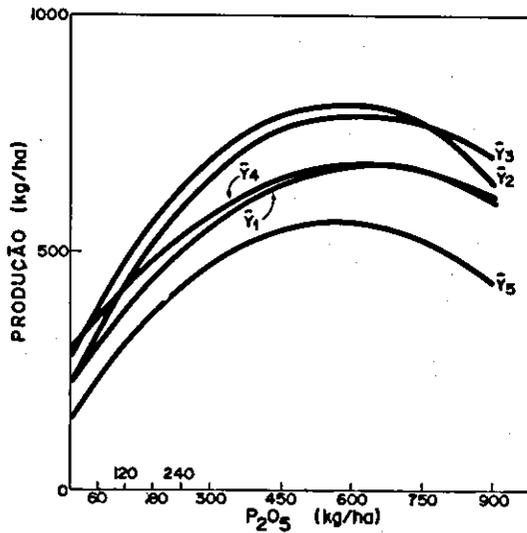
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeira fase - conhecimento das doses recomendáveis de fósforo

Os resultados de rendimento de grãos foram ajustados a equações do segundo grau, conforme mostram as Fig. 1 e 2.

As doses de fósforo (x) necessárias para se obter o máximo de produção de grãos das cinco cultivares na época da seca situaram-se na faixa 577 < x < 642 kg/ha de P₂O₅ e, na das águas, 514 < x < 595 kg/ha. Estas doses são muito altas, em termos práticos, e dificilmente seriam adotadas. A razão das altas doses para se obter o máximo de rendimento físico pode ser explicada pela estabilização da produção do feijoeiro em altos níveis de fósforo, ocorrendo decréscimo de produção apenas em níveis muito altos de fertilizantes fosfatados (Fig. 1 e 2). Embora a produção varie de época para época, as doses de fósforo obtidas pelas derivações das equações (Fig. 1 e 2) estão muito próximas, e as tendências da produção são as mesmas, conforme as curvas de crescimento descritas por Galston & Davies (1972).

As Fig. 3 e 4 mostram a curva de relação acréscimo de produção/aumento de adubação, considerando os níveis de adubação (P₂O₅), dois a dois (60-0, 180-120 . . . , 300-240 . . . , 900-750). Esta análise evidencia as partes da curva em que são obtidas as maiores produções de grãos por unidade de fertilizante fosfatado.

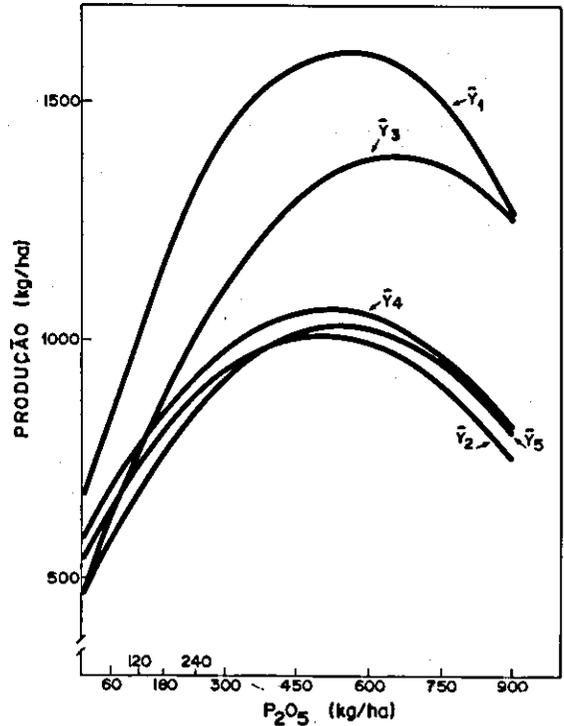


Carioca - $\hat{Y}_1 = 289,862 + 1,2502x - 0,00099x^2$ $R^2 = 0,7544$
 M. Paulista - $\hat{Y}_2 = 281,244 + 1,8177x - 0,00157x^2$ $R^2 = 0,7294$
 Iguaçu - $\hat{Y}_3 = 225,047 + 1,8189x - 0,00144x^2$ $R^2 = 0,8636$
 IPA 7419 - $\hat{Y}_4 = 220,410 + 1,4370x - 0,00112x^2$ $R^2 = 0,8392$
 Ricobaio - $\hat{Y}_5 = 144,760 + 1,4537x - 0,00126x^2$ $R^2 = 0,8525$

FIG. 1. Relação produção de grãos e níveis de adubação de cinco cultivares de feijão na época da seca.

Para se encontrar a faixa de adubação mais viável, compreendida entre a dose máxima (DMa) e a dose mínima de adubação fosfatada (DMi), foi verificado um ponto em que pelo menos uma cultivar apresentasse uma relação $\Delta y/\Delta x$ (abscissa) no seu valor máximo (Fig. 4). Tomando medidas proporcionais no gráfico (15 cm de ordenada), foi possível traçar uma faixa em que os acréscimos nos níveis de adubação (Δx) apresentam pelo menos 90% (1,5 cm da ordenada) da relação máxima de acréscimo de produção ($\Delta y/\Delta x$). Como exemplo, tomou-se a altura das Fig. 1 e 2 isoladamente. Ambas medem 15 cm, e a faixa considerada mediu 1,5 cm. Nas extremidades da faixa foram encontradas as doses recomendadas da adubação (DMa e DMi) em torno da maior relação da abscissa $\Delta y/\Delta x$, que está em torno de três.

Pode-se concluir que a faixa mais viável de adubação situou-se no intervalo $30 < x < 120$ kg/ha de P_2O_5 correspondente às doses mínima e máxima de fósforo (DMa e DMi).



Carioca - $\hat{Y}_1 = 683,114 + 3,3385x - 0,0030x^2$ $R^2 = 0,6611$
 M. Paulista - $\hat{Y}_2 = 539,886 + 1,8522x - 0,0018x^2$ $R^2 = 0,4357$
 Iguaçu - $\hat{Y}_3 = 483,802 + 2,7509x - 0,0021x^2$ $R^2 = 0,8219$
 IPA 7419 - $\hat{Y}_4 = 592,186 + 1,8615x - 0,0018x^2$ $R^2 = 0,4836$
 Ricobaio - $\hat{Y}_5 = 473,102 + 2,0828x - 0,0019x^2$ $R^2 = 0,6217$

FIG. 2. Relação produção de grãos e níveis de adubação de cinco cultivares de feijão na época das águas.

Em relação à dose máxima (DMa) 120 kg/ha de P_2O_5 são suficientes para permitir produções de feijão de até duas toneladas por hectare (Berger et al. 1982). Considerando as necessidades nutricionais do feijoeiro (Malavolta 1972), verificou-se que esta quantidade de fósforo é suficiente para possibilitar bom desenvolvimento das plantas e altos rendimentos de grãos.

Nas condições de cerrados, cujos solos possuem de traços cerca de três ppm de fósforo, 30 kg/ha de P_2O_5 são suficientes para proporcionar à planta um desenvolvimento vegetativo regular, sendo a floração e a formação de grãos bastante prejudicadas. Contudo as cultivares mais eficientes na absorção de fósforo conseguem sobressair em relação as menos eficientes (Oliveira & Malavolta 1983).

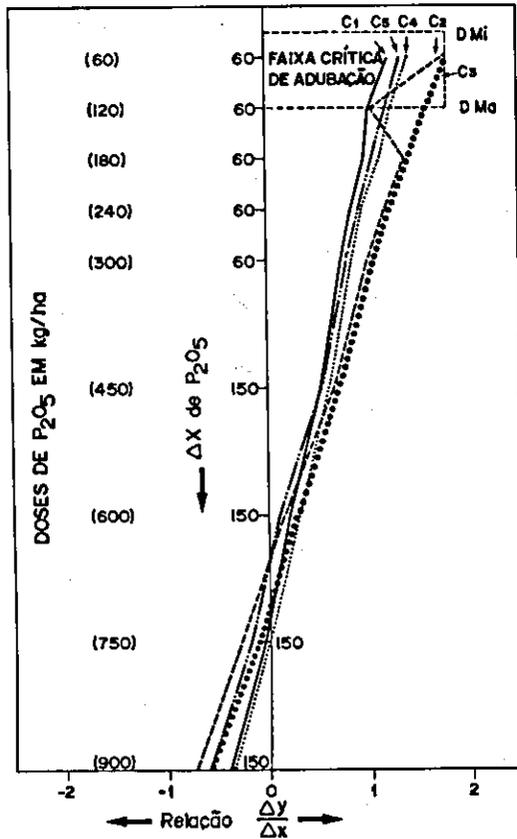


FIG. 3. Relação acréscimo de produção/aumento de adubação na época da seca.

Segunda fase - avaliação da eficiência de cultivares nas doses recomendáveis

Baseados nos resultados da primeira fase da experimentação, foram usadas duas doses de fósforo, 30 (DMi) e 120 (DMa) kg/ha de P₂O₅, além das adubações básicas com N e K (20 kg de N e 40 kg de K₂O). O critério de classificação das cultivares pode ser observado na Fig. 5.

Observou-se que 19% das cultivares testadas foram classificadas como eficientes e responsivas (ER), 25% não-eficientes e responsivas (NER), 29% eficientes e não-responsivas (ENR) e 27% não-eficientes e não-responsivas (NENR). As cultivares eficientes apresentaram boa produção em nível baixo de P₂O₅/ha, enquanto as responsivas sempre responderam à aplicação de maiores doses de fertilizantes. A Fig. 6 mostra o comportamento da

produção média de quatro cultivares que ilustram bem o comportamento dos diferentes grupos considerados.

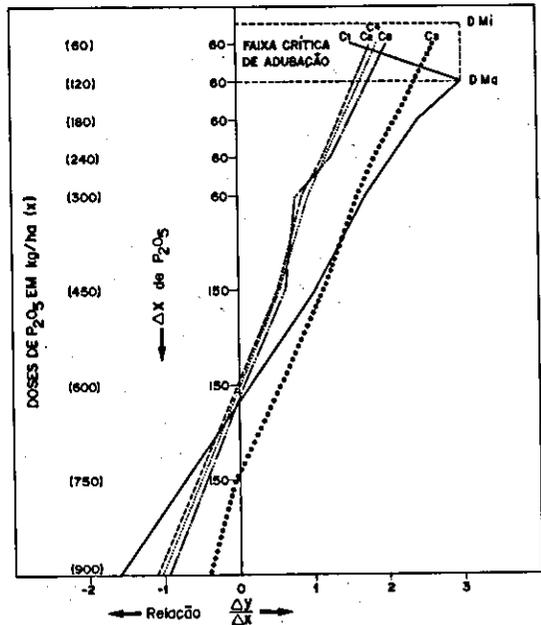


FIG. 4. Relação acréscimo de produção/aumento de adubação na época das águas.

Considerando a quantidade de insumos utilizado normalmente na cultura do feijão, as cultivares eficientes apresentam boas possibilidades de prozir em condições médias de fertilidade. O rendimento destas cultivares, utilizando baixo nível de adubação, representa bem o seu potencial produtivo. Em termos de resposta, as responsivas têm maior possibilidade de mostrar bons rendimentos com a utilização de altos níveis de adubação. Para uma agricultura tecnificada, utilizando irrigação e bom nível de insumos as cultivares responsivas apresentam maior possibilidade de rendimento.

Terceira fase - verificação da validade da metodologia de avaliação

Dez cultivares de cada grupo foram reavaliadas em parcelas maiores, verificando-se que 80% delas comprovaram os rendimentos dos testes iniciais. As cinco melhores de cada grupo são mostradas na Tabela 2.

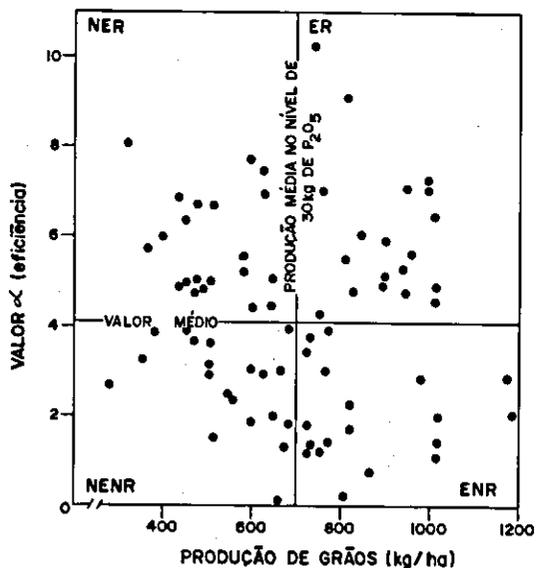


FIG. 5. Quadro demonstrativo da metodologia de classificação de cultivares de feijão em relação a eficiência ao uso de fósforo.

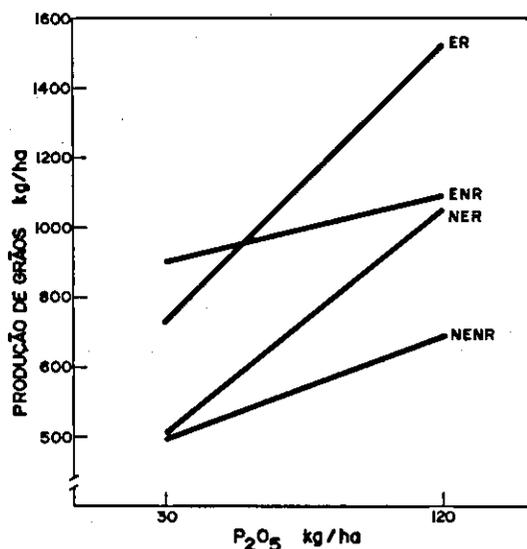


FIG. 6. Respostas do comportamento dos grupos de cultivares em níveis críticos inferior e superior de adubação.

TABELA 2. Relação dos rendimentos e valor α das vinte cultivares mais expressivas dos grupos: eficientes e responsivas (ER), eficientes e não-responsivas (ENR), não-eficientes mas responsivas (NER) e não-eficientes e não-responsivas (NENR).

Cultivares	Rendimento (kg/ha)		Valor α
	30 kg P ₂ O ₅	120 kg P ₂ O ₅	
CNF 0168 (ER)	801	1.711	10,10
CNF 0174 (ER)	714	1.517	8,90
CNF 1139 (ER)	754	1.628	8,40
CNF 0173 (ER)	713	1.425	7,90
CNF 0117 (ER)	853	1.551	7,75
Média (ER)	767	1.566	8,81
CNF 0637 (ENR)	789	1.123	3,70
CNF 0127 (ENR)	760	1.039	3,10
CNF 0158 (ENR)	830	1.037	2,30
CNF 0915 (ENR)	1.145	1.278	1,45
CNF 1156 (ENR)	1.086	1.183	1,15
Média (ENR)	922	1.132	2,24
CNF 0147 (NER)	360	1.083	8,05
CNF 0111 (NER)	587	1.281	7,70
CNF 0160 (NER)	481	1.033	6,65
CNF 0016 (NER)	584	1.054	5,20
CNF 0230 (NER)	615	1.018	4,50
Média (NER)	525	1.094	6,42
CNF 0081 (NENR)	547	815	2,95
CNF 0114 (NENR)	462	725	2,95
CNF 0028 (NENR)	633	898	2,95
CNF 0061 (NENR)	485	616	1,45
CNF 0057 (NENR)	485	595	1,20
Média (NENR)	522	730	2,30

Verificou-se, deste modo, que a metodologia apresenta boa margem de segurança para a avaliação de cultivares para uso de fósforo. De acordo com Oliveira & Malavolta (1983), este teste fundamenta-se na sensibilidade das plantas em responder à aplicação do nutriente.

CONCLUSÕES

1. O maior retorno de produção de grãos em relação ao nível de fertilizante aplicado, ficou situado em uma faixa bastante ampla (entre 30 e 120 kg/ha de P₂O₅), muito distante das doses utilizadas para se obter o máximo de rendimento físico (entre 500 e 600 kg/ha de P₂O₅), indicando que as doses que elevaram o rendimento das cultivares ao ponto máximo, na curva de produção de grãos, não devem ser as recomendadas para a cultura.

2. As cultivares de feijão diferem em suas respostas ao fósforo, sendo que algumas apresentam excelente produção com baixos níveis do nutriente.

3. Em decorrência da diferença varietal, em termos de exigência e resposta ao fósforo, além da quantidade de fertilizante fosfatado recomendada, deve ser considerado também o nível da tecnologia a ser utilizada, para se obter o máximo de potencial da cultivar indicada.

4. A repetição do teste mostrou a sua eficiência na classificação de cultivares quanto à eficiência e à capacidade da resposta à adubação fosfatada. Cerca de 80% das cultivares testadas na avaliação de cultivares permaneceram no mesmo grupo, ao serem submetidas ao teste de eficiência.

REFERÊNCIAS

- BERGER, P.H.; VIEIRA, C.; CHAGAS, J.M.; CARDOSO, A.A. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.178-81. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1)
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. Informe anual 1978. Cali, 1978. p.12-3.
- FAGERIA, N.K. & BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, 16(6):777-82, 1981.
- FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; DEUBER, R.; NOGUEIRA, S.S.S. Respostas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) ao alumínio em solução nutritiva. *R. Agric., Piracicaba*, 57(4):257-66, 1982.
- GALSTON, A.W. & DAVIES, P.J. Mecanismos de controle no desenvolvimento vegetal. São Paulo, E. Blucher, 1972. 172p.
- JUNQUEIRA NETO, A. Ensaio exploratório sobre o efeito do alumínio tóxico em variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em solos sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.191-2 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1)
- MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Viçosa, UFV, 1972. p.211-42.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; BRAGA, N.R.; BULISANI, E.A. Comportamento diferencial de dois cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) frente a toxicidade de cloro e alumínio. *R. bras. Ci. Solo*, 4(2):121-3, 1980.
- MIRANDA, L.N. & LOBATO, E. Tolerância de variedade de feijão e de trigo ao alumínio e a baixa disponibilidade de fósforo no solo. *R. bras. Ci. Solo*, 2(1): 44-50, 1978.
- OLIVEIRA, I.P. & ESTRELA, M.F.C. Additive affects of macro and micronutrients application on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.*, 26:80-1, 1983.
- OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Evaluation of bean cultivars to phosphorus efficiency under drought condition. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.*, 25:71-2, 1982.
- OLIVEIRA, I.P. & MALAVOLTA, E. Efeitos do alumínio e do manganês no feijoeiro. *Pesq. agropec. bras.*, 17(4):549-57, 1982.
- OLIVEIRA, I.P. & MALAVOLTA, E. Screening beans (*Phaseolus vulgaris* L.) for tolerance to aluminum and manganese. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.*, 23:109-10, 1980.
- OLIVEIRA, I.P. & MALAVOLTA, E. Uso de ³²P nos testes de sensibilidade do feijoeiro ao alumínio. *Pesq. agropec. bras.*, 18(2):91-104, 1983.
- SALINAS, J.C. & SANCHEZ, P.A. Tolerance to aluminum toxicity and low available soil phosphorus. In: NORTH CAROLINA STATE, University. Agronomic-economic research on tropical soil; annual report for 1975. Raleigh, Soil Sic. Dep., 1976. p.40-65.