

RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA^{1/}

Pedro Ronzelli Júnior^{2/}
Clibas Vieira^{3/}
José Mário Braga^{4/}
Carlos S. Sediyaama^{3/}

1. INTRODUÇÃO

As grandes extensões de solo das novas áreas agrícolas do Brasil, como os cerrados, são pobres em fósforo e apresentam toxidez causada pelo alumínio. Por isso, tem havido interesse em identificar cultivares de feijão tolerantes a essas condições adversas.

SALINAS e SANCHEZ (11) verificaram, em Brasília, que, entre 18 cultivares de feijão, os seguintes foram os mais tolerantes às condições de toxidez de alumínio e pobreza de fósforo no solo: 'Carioca', 'Ricopardo 896', 'Costa Rica', '37-R' e 'Ricobaio 1014'. Por outro lado, 'Diacol Nutibara', 'Caraota 260', 'Blue Lake 141' e 'Manteigão Fosco 11' foram os mais sensíveis. MIRANDA e LOBATO (8), na mesma localidade, constataram que o 'Ricopardo 896' foi o mais produtivo nessas condições adversas, quando comparado ao 'Carioca', 'Rico 23', 'Diacol' e 'Jalo'.

JUNQUEIRA NETTO *et alii* (5), em Três Pontas, MG, identificaram os cultivares 'Ricopardo 896', 'NEP-2', 'Manteigão Preto 20' e 'Carioca' como os mais tolerantes a baixo nível de P no solo e 'Caraota 260' e 'Jalo EEP-558' como os mais sensíveis.

^{1/} Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à U.F.V., como um dos requisitos para a obtenção do título de «Doctor Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 19-9-1985.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 672. 80000 Curitiba, PR.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

Em Brasília, trabalhando com 15 cultivares de feijão, MESQUITA FILHO *et alii* (7) verificaram que, quando o fósforo não foi limitante, tornou-se possível separar os cultivares em quatro grupos, em relação à tolerância ao alumínio: muito sensíveis, com valor-limite de 10% de saturação de Al; sensíveis, com limite de 15%; tolerantes, com 25%; e muito tolerantes, com limite de 40% de saturação de Al para a obtenção de 80% de rendimento máximo. O 'Rico 23' enquadrou-se como tolerante e o 'Manteigão Fosco 11' como muito tolerante.

RAMALHO *et alii* (10), trabalhando em casa de vegetação com 60 cultivares de feijão, verificaram que, entre outros, o 'Dade', o 'Carioca', o 'Ricopardo 896' e o 'IPA 1' revelaram-se tolerantes à alta saturação de alumínio.

No presente trabalho, procurou-se verificar o comportamento de variedades comerciais de feijão nas condições de solos com toxidez de alumínio e pobreza de fósforo, na região de Curitiba, Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental de campo foi realizado na Fazenda do Canguiri, em Piraquara, Paraná, uma das unidades do Centro de Estações Experimentais da Universidade Federal do Paraná.

O experimento foi instalado num Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (9), com as características químicas que estão no Quadro 1.

Os tratamentos testados foram os resultados das combinações de três níveis de calagem com três doses de fósforo, conforme se vê no Quadro 2.

Os cultivares avaliados são representativos dos principais centros produtores de feijão. Do Estado do Paraná, foram avaliados os seguintes: (1) 'Rio Tibagi', (2) 'Rio Negro', (3) 'Rio Iguazu', todos do grupo dos feijões pretos, (4) 'Rio Ivaí' e (5) 'Rio Vermelho', dos grupos de cores. Com relação ao Estado de São Paulo, foram avaliados apenas cultivares dos grupos de cores: (6) 'Carioca', (7) 'Carioca 80', (8) 'Aroana 80', (9) 'Aeté 3' e (10) 'Aysó'. Finalmente, vindo do Estado de Minas Gerais, avaliou-se o seguinte germoplasma: (11) 'Negrito 897', (12) 'Rico 23', (13) 'Rico 1735', (14) 'Vagem Roxa 1805', (15) 'ICTA Tamazulapa', (16) BAT 67, todos do grupo dos pretos, e (17) 'Ricopardo 896', dos grupos de cores.

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas. Os tratamentos de calagem e doses de adubo fosfatado foram arrançados fatorialmente nas parcelas e as variedades foram distribuídas nas subparcelas, com três repetições.

Os níveis de calagem foram os seguintes: 0; 4,84 e 9,68 t/ha de calcário dolomítico, com poder relativo de neutralização total ajustado para 100%. Esses níveis foram definidos de acordo com a análise química do solo (Quadro 1), para conseguir, respectivamente, ausência de neutralização, neutralização parcial (50%) e neutralização total do alumínio tóxico. No último caso, a dosagem foi calculada da seguinte forma: duas vezes o teor de alumínio trocável, medido em m.e.%, tendo o valor resultante sido tomado em toneladas por hectare (2).

A calagem foi feita em duas etapas: a primeira, 65 dias antes da semeadura e antes de qualquer trabalho sobre o solo; a segunda, 52 dias antes da semeadura e depois da aradura para incorporação da primeira dose. Em cada etapa foi aplicada metade da dose correspondente ao tratamento. Imediatamente após a distribuição da segunda metade da dose de calcário, fizeram-se duas gradagens, visando completar a incorporação do calcário.

O preparo do solo foi finalizado às vésperas do plantio, com duas gradagens, a primeira com grade aradora e a segunda com grade niveladora, mais uma passada da enxada rotativa.

As adubações nitrogenada e potássica foram uniformes em todos os tratamentos, tendo sido fornecidos, nos sulcos de plantio, 30 kg de N/ha mais 30 kg de

QUADRO 1 - Resultados da análise química do solo na área experimental, antes da calagem (*)

Profun- didade (cm)	$\text{H}_2\text{O}^{\text{PH}}$ 1:2,5)	Al	Ca+Mg	P	K
		- - - m.e. %	- - -	- - - ppm	- - -
0 - 20	4,9	4,5	1,4	1	45
20 - 40	4,8	4,6	1,6	1	35

(*) Análise feita pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Fitotecnia da U.F.Pr.

QUADRO 2 - Tratamentos de calagem e doses de fósforo testados

Tratamento	Calcário (t/ha)	Fósforo (kg de P_2O_5 /ha)
1	0	0
2	0	60
3	0	120
4	4,84	0
5	4,84	60
6	4,84	120
7	9,68	0
8	9,68	60
9	9,68	120

K_2O /ha, nas formas de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Também foi realizada, em todos os tratamentos, adubação nitrogenada em cobertura, com 30 kg de N/ha, utilizando-se o sulfato de amônio como fonte, aos 22 dias após a emergência das plantas. Finalmente, a adubação fosfatada foi feita nos sulcos de plantio, de maneira diferenciada, obedecendo às combinações com os níveis de calcário (Quadro 2). Foram utilizadas três doses: ausência, 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha, tendo o superfosfato triplo como fonte.

O plantio do feijão foi realizado no início de outubro, dentro do período considerado ideal para o cultivo dessa leguminosa no Estado do Paraná, região de Curitiba (6). Os sulcos de plantio foram feitos com cerca de 15 cm de profundidade. Os adubos foram colocados no fundo dos sulcos e cobertos com camada de solo, que fechou parcialmente os sulcos. Em seguida, as sementes foram colocadas nos sulcos, agora mais rasos, usando-se 15 sementes por metro. As sementes foram tratadas, previamente, com 300 g da mistura, em partes iguais, de thiram e benomil, por 100 kg de sementes.

Nos sulcos de plantio foi colocado, também, o inseticida granulado Furadan, na dosagem de 20 kg do produto/ha.

Não houve necessidade de controle de plantas daninhas em nenhuma etapa do ciclo da cultura.

As parcelas experimentais tinham 19,0 m x 5,0 m = 95,00 m², cada uma com 17 subparcelas, correspondentes às 17 variedades, estas em fileiras de 5,0 m de comprimento e espaçadas de 0,50 m. Às 34 fileiras consideradas para as avaliações foram acrescentadas mais quatro, duas de cada lado, plantadas com o cultivar 'Carioca', servindo como bordadura. Cada subparcela tinha 1,0 m x 5,0 m = 5,00 m² de área total. Para as avaliações, desprezou-se 0,50 m de cada extremidade das fileiras; dessa forma, a área útil da subparcela ficou com 1,0 m x 4,0 m = 4,00 m².

A contagem do «stand» inicial foi feita 15 dias após a emergência das plantas.

A avaliação da altura das plantas foi feita 65 dias após a emergência, mostrando-se, ao acaso, 10 plantas por subparcela.

Na colheita, foram feitas a contagem do «stand» final e a pesagem das sementes. O peso das sementes foi sempre uniformizado para o mesmo teor de umidade (13%).

Além das análises de variância, os dados referentes à produção de sementes

foram submetidos à análise de estabilidade, proposta por EBERHART e RUSSELL (3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se no Quadro 3 os resultados das análises de variância dos dados obtidos. Observa-se que houve efeito significativo da calagem (Ca) sobre todas as variáveis; à exceção do «stand» inicial, o mesmo ocorreu em relação ao adubo fosfatado (P). A interação Ca x P foi significativa para a altura de plantas e para o rendimento.

As variedades (V) tiveram efeito significativo sobre todas as variáveis. As interações V x Ca e V x P foram significativas para altura de plantas e produção de sementes.

3.1. «Stand» Inicial

As médias dos «stands» iniciais dos cultivares avaliados, evidenciando o efeito da calagem, estão no Quadro 4.

Fazendo a conversão dos valores, vê-se que o «stand» inicial médio foi de 195.900 plantas por hectare, inferior ao esperado, pois foram plantadas 15 sementes por metro, em busca de 300.000 plantas por hectare, população recomendada para a cultura do feijão (12).

Os tratamentos com calagem, independentemente do seu nível, deram «stands» significativamente superiores aos dos que não receberam calcário, evidenciando a importância do uso de fontes de cálcio + magnésio em solos com alto teor de alumínio trocável para a obtenção de «stands» melhores.

Entre os cultivares, o 'Rio Vermelho' e o 'Aroana 80' tiveram «stands» iniciais mais altos, cerca de 220.000 plantas por hectare, mas diferiram significativamente apenas dos cultivares 'Aeté-3', 'Aysó' e 'Rico 1735'. Este teve o pior «stand» inicial, aproximadamente 100.000 plantas por hectare; suas sementes estavam com poder germinativo baixo, o que pôde ser comprovado em teste de laboratório. Os «stands» dos cultivares 'Aeté-3' e 'Aysó' corresponderam a cerca de 180.000 plantas por hectare.

Considerando que apenas o cultivar 'Rico 1735' teve problemas oriundos da qualidade da semente, os «stands» iniciais dos demais devem ter sido prejudicados por outros fatores.

3.2. «Stand» Final

Os «stands» finais médios não foram bons, o que era esperado, pois os «stands» iniciais não alcançaram o ideal (Quadro 5). Vê-se, pela conversão dos dados, que o «stand» final médio foi de 166.625 plantas por hectare, cerca de 17% menor que o «stand» inicial médio. Semelhantemente ao que ocorreu com o «stand» inicial, os cultivares apresentaram «stands» finais médios significativamente superiores nos tratamentos com calagem, independentemente do nível de neutralização do alumínio trocável.

Pode-se observar também que os cultivares tiveram melhores «stands» finais nos tratamentos que receberam adubo fosfatado, independentemente da dose de P_2O_5 , sendo os «stands», nesses tratamentos, significativamente superiores àqueles sem adubo fosfatado.

Os resultados referentes ao «stand» final fortalecem a constatação de que as fontes de cálcio + magnésio são importantes para que os feijoeiros tenham, em solos ácidos, «stands» finais pelo menos razoáveis.

Vê-se ainda, no Quadro 5, que o comportamento dos cultivares foi semelhante ao que ocorreu com relação ao «stand» inicial. O cultivar 'Rio Vermelho' manteve-se, até o final do ciclo da cultura, com melhor «stand» final, aproximadamen-

QUADRO 3 - Análise de variância dos dados obtidos

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		"Stand" inicial	"Stand" final	Altura de plantas	Peso das sementes
Blocos	2	1.815,24 **	4.352,49 *	178,02	78.575,20 *
(Tratamentos (T))	(8)	2.146,21 **	11.511,76 **	13.797,69 **	2.870.512,50 **
- Calagem (Ca)	2	7.752,50 **	29.134,48 **	8.161,83 **	1.755.446,10 **
- Adubo fosfatado (P)	2	110,99	11.888,44 **	46.432,46 **	9.362.824,60 **
- Ca x P	4	360,68	2.152,07	298,24 **	181.890,06 **
Erro (a)	16	289,20	877,79	61,02	15.440,30
Variedades (V)	16	3.370,54 **	2.650,54 **	412,44 **	106.037,24 **
(V x T)	(128)	65,62	120,00	48,73 **	10.350,23 **
- V x Ca	32	44,03	101,08	43,26 *	10.605,50 *
- V x P	32	88,61	153,41	81,47 **	22.151,91 **
- V x Ca x P	64	64,93	115,88	35,10	4.321,75
Erro (b)	288	76,87	108,99	25,70	6.674,87
CV (a) %		21,70	44,45	20,61	35,36
CV (b) %		11,19	15,66	13,38	23,25

* F significativo a 5% de probabilidade.

** F significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 4 - Efeito da calagem sobre os "stands" iniciais (plantas/4 m²) dos cultivares de feijão (*)

Variedades	Calcário (t/ha)		Médias
	0	4,84	9,68
'Rio Tibagi'	65,00	74,89	82,89
'Rio Negro'	66,11	78,45	80,44
'Rio Iguaçu'	73,33	88,56	84,22
'Rio Ivaí'	76,89	83,78	90,44
'Rio Vermelho'	77,33	92,44	94,11
'Carioca'	72,89	83,33	89,33
'Carioca 80'	77,45	85,11	86,55
'Aroana 80'	81,33	88,33	93,44
'Aeté-3'	64,78	75,56	79,56
'Aysô'	65,78	73,89	77,44
'Negrito 897'	73,00	86,78	88,78
'Rico 23'	77,33	84,55	90,11
'Rico 1735'	30,78	45,22	41,44
'Vagem Roxa 1805'	76,78	84,56	89,00
'ICTA Tamazulapa'	72,00	85,22	89,67
BAT 67	76,22	81,78	89,78
'Ricopardo 896'	69,11	79,89	80,67
Médias	70,36 b	80,73 a	83,99 a
			78,36

(*) Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre os "stands" finais (plantas/4 m²) dos cultivares de feijão(*)

Variedades	Calcário (t/ha)			P ₂ O ₅ (kg/ha)			Médias
	0	4,84	9,68	0	60	120	
'Rio Tibagi'	53,44	70,67	78,56	55,78	74,78	72,11	67,56 bc
'Rio Negro'	46,67	73,11	73,00	51,00	72,45	69,33	64,26 bc
'Rio Iguaçu'	50,78	72,67	78,89	55,22	73,56	73,56	67,45 bc
'Rio Ivaí'	57,56	77,11	82,67	62,45	77,56	77,34	72,45 ab
'Rio Vermelho'	60,22	88,22	89,55	69,89	83,56	84,55	79,33 a
'Carioca'	50,78	75,33	79,78	61,67	70,78	73,45	68,63 bc
'Carioca 80'	50,34	75,78	78,33	58,11	73,00	73,34	68,15 bc
'Aroana 80'	55,56	68,00	87,45	50,67	80,11	80,22	70,33 abc
'Aetê-3'	47,44	64,56	71,67	48,56	61,22	73,89	61,22 c
'Aysô'	45,78	60,89	75,22	50,11	67,33	64,44	60,63 c
'Negrito 897'	56,56	78,00	85,33	70,78	71,22	77,89	73,39 ab
'Rico 23'	54,44	78,33	83,55	63,11	78,22	75,00	72,11 ab
'Rico 1735'	24,56	36,11	38,00	26,55	37,22	34,89	32,89 d
'Vagem Roxa 1805'	54,44	68,89	78,44	51,33	73,22	77,22	67,26 bc
'ICTA Tamazulapa'	54,33	73,89	83,11	61,67	75,11	74,56	70,44 abc
BAT 67	61,33	75,67	83,33	68,22	72,22	79,89	73,44 ab
'Ricopardo 896'	46,11	70,34	74,55	55,53	68,11	67,56	63,67 bc
Médias	51,20 b	71,03 a	77,73 a	56,50 b	71,16 a	72,31 a	66,65

(*) Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

te 200.000 plantas por hectare, significativamente superior ao de 10 dos 17 cultivares avaliados. O cultivar 'Rico 1735' foi o que teve o pior «stand» final, com cerca de 80.000 plantas por hectare, prejudicado, porém, desde o princípio, pela má qualidade da semente. Os cultivares 'Aeté-3' e 'Aysó', aparentemente sem problemas com a qualidade da semente, foram os que tiveram «stands» finais, com cerca de 150.000 plantas por hectare, significativamente inferiores aos dos cinco cultivares com os «stands» mais altos.

3.3. *Altura de Plantas*

Os efeitos da calagem e da adubação fosfatada sobre a altura das plantas dos cultivares de feijão estão nos Quadros 6 e 7, respectivamente.

Vê-se, no Quadro 6, que apenas os cultivares 'Rio Ivaí' e 'Carioca' não tiveram a altura das plantas significativamente influenciada pela calagem e que, embora os demais tenham mostrado diferenças significativas como resultado da ausência e da presença da calagem, em nenhum caso houve diferença significativa entre as alturas resultantes dos dois níveis de neutralização do alumínio trocável. Vê-se também que os cultivares 'Rio Negro', com 45,22 cm de altura média, e 'Aroana 80', com 28,92 cm, foram o mais alto e o mais baixo, respectivamente, em qualquer nível de calagem.

Quanto ao adubo fosfatado, vê-se, no Quadro 7, que ele teve efeito muito mais pronunciado sobre a altura das plantas que o da calagem. De fato, enquanto, em média, a maior dose de calagem trouxe um aumento de 48%, a maior dose de adubo fosfatado propiciou 180%. Apenas os cultivares 'Aroana 80' e 'ICTA Tamazulapa' mostraram diferenças significativas entre as alturas, provocadas por todas as doses de P_2O_5 (0, 60 e 120 kg/ha); os demais mostraram diferenças significativas apenas por efeito da ausência e da presença do adubo fosfatado. O cultivar 'Rio Tibagi' foi o que teve plantas mais altas, 20,67 cm, na ausência do adubo fosfatado, altura que diferiu significativamente apenas da do cultivar 'Aroana 80', que exibiu as plantas mais baixas (12,11 cm). É importante notar que essas diferenças têm pouca importância, já que todos os cultivares, na condição de ausência do adubo fosfatado, tiveram plantas muito baixas. Na presença do adubo fosfatado, independentemente da dose de P_2O_5 , o cultivar 'Rio Negro' apresentou as plantas mais altas, com 55,67 cm e 61,11 cm, quando foram colocados 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente; o cultivar 'Aroana 80', com plantas de 32,11 cm, com a dose de 60 kg de P_2O_5 /ha, e os cultivares 'Carioca', com 43,11 cm, e 'Aroana 80', com 43,55 cm, com a dose de 120 kg de P_2O_5 /ha, deram as plantas mais baixas.

O 'Rio Negro' sobressaiu, pela maior altura, nos três níveis de calagem e com as duas maiores doses de P_2O_5 . Na ausência deste, entretanto, ficou com plantas tão baixas quanto as dos outros cultivares.

Levando em consideração somente a altura das plantas, nenhum cultivar se revelou tolerante à deficiência de fósforo no solo. É importante notar que, exceto 'Aroana 80' e 'ICTA Tamazulapa', os cultivares não evidenciaram diferenças significativas de altura por efeito das doses de 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha, o que permite concluir que não é necessária, para a maioria dos cultivares, a dose máxima do adubo fosfatado para a obtenção de plantas mais altas.

3.4. *Produção de Sementes*

Os efeitos da calagem e da adubação fosfatada sobre a produção de sementes dos cultivares de feijão estão nos Quadros 8 e 9, respectivamente. Os mesmos efeitos, em valores-índices, estão nos Quadros 10 e 11.

QUADRO 6 - Efeito da calagem sobre a altura das plantas (cm) dos cultivares de feijão (*)

Variedades	Calcário (t/ha)		Médias
	0	4,84	9,68
'Rio Tibagi'	28,67 B	45,00 A	48,44 A
'Rio Negro'	38,78 B	45,22 AB	51,67 A
'Rio Iguaçu'	25,78 B	40,67 A	42,22 A
'Rio Ivaí'	29,45 B	36,78 A	38,22 A
'Rio Vermelho'	28,78 B	39,22 AB	48,22 A
'Carioca'	29,00 B	33,44 A	36,44 A
'Carioca 80'	28,67 B	40,56 AB	41,22 B
'Aroana 80'	21,89 B	28,55 AB	36,33 A
'Aeté - 3'	27,67 B	36,00 AB	38,22 A
'Aysó'	29,11 B	36,89 AB	45,33 A
'Negrito 897'	31,56 B	43,45 A	49,67 A
'Rico 23'	31,44 B	39,45 AB	45,78 A
'Rico 1735'	31,89 B	43,56 A	46,89 A
'Vagem Roxa 1805'	32,89 B	43,56 A	47,56 A
'ICTA Tamazulapa'	32,22 B	41,33 AB	45,78 A
BAT 67	30,55 B	43,11 A	40,45 A
'Ricopardo 896'	29,89 B	38,44 A	40,00 A
Médias	29,90	39,60	44,20

(*) As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 7 - Efeito do adubo fosfatado sobre a altura das plantas (cm) dos cultivares de feijão(*)

Variedades	P ₂ O ₅ (kg/ha)			Médias
	0	60	120	
'Rio Tibagi'	20,67 B	45,56 A	53,89 A	40,04
'Rio Negro'	18,89 B	55,67 A	61,11 A	45,22
'Rio Iguazu'	19,00 B	41,89 A	47,78 A	36,22
'Rio Ivaí'	17,45 B	41,11 A	45,89 A	34,82
'Rio Vermelho'	17,00 B	47,34 A	51,89 A	38,74
'Carioca'	17,45 B	38,35 A	43,11 A	32,96
'Carioca 80'	18,22 B	46,33 A	45,89 A	36,82
'Aroana 80'	12,11 C	32,11 B	42,55 A	28,92
'Aetê-3'	17,00 B	40,78 A	44,11 A	33,96
'Aysô'	18,33 B	43,33 A	49,67 A	37,11
'Negrito 897'	19,11 B	51,34 A	54,22 A	41,56
'Rico 23'	16,55 B	46,00 A	54,11 A	38,89
'Rico 1735'	19,22 B	48,56 A	54,56 A	40,78
'Vagem Roxa 1805'	18,89 B	49,33 A	55,78 A	41,33
'ICTA Tamazulapa'	18,22 C	45,56 B	55,56 A	39,78
BAT 67	18,33 B	51,78 A	53,00 A	41,04
'Ricopardo 896'	19,78 B	43,78 A	44,78 A	36,11
Médias	16,01	45,22	50,46	37,90

(*) As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 8 - Efeito da calagem sobre a produção de sementes (kg/ha) dos cultivares de feijão (*)

Variedades	Calcário (t/ha)		Médias
	0	4,84	9,68
'Rio Tibagi'	565 B a	983 A abcd	1.160 A abcde
'Rio Negro'	667 B a	1.008 AB abcd	1.118 A abcde
'Rio Iguaçu'	470 B a	729 AB cd	864 A efg
'Rio Ivaí'	751 B a	1.237 A a	1.336 A ab
'Rio Vermelho'	498 B a	863 AB bcd	976 A cdefg
'Carioca'	425 A a	671 A d	733 A fg
'Carioca 80'	658 B a	1.154 AB a	1.407 A a
'Aroana 80'	432 B a	736 AB cd	894 A defg
'Aetê-3'	722 B a	832 Bcd a	1.265 A abc
'Aysê'	648 B a	1.112 AB a	1.399 A ab
'Negrito 897'	529 B a	959 A abcd	1.250 A abcd
'Rico 23'	594 B a	946 AB abcd	1.066 A bcdef
'Rico 1735'	503 B a	944 AB abcd	982 A cdefg
'Vagem Roxa 1805'	486 A a	694 d a	701 A g
'ICTA Tamazulapa'	692 B a	1.108 AB a	1.279 A abc
BAT 67	655 B a	1.046 abc a	1.326 A ab
'Ricopardo 896'	657 B a	981 AB abcd	1.139 A abcde
Médias	585	940	1.110
			879

(*) As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 9 - Efeito do adubo fosfatado sobre a produção de sementes (kg/ha) dos cultivares de feijão (*)

Variedades	P ₂ O ₅ (kg/ha)			Médias
	0	60	120	
'Rio Tibagi'	206 B	1.158 A abc	1.345 A bcd	903
'Rio Negro'	150 B	1.105 A abcd	1.537 A ab	931
'Rio Iguazu'	176 B	868 A	1.019 A de	688
'Rio Ivaf'	227 C	1.344 B	1.752 A	1.108
'Rio Vermelho'	134 B	870 A bcde	1.333 A bcd	779
'Carioca'	123 B	806 A de	899 A e	610
'Carioca 80'	230 B	1.343 A	1.646 A ab	1.073
'Aroana 80'	153 B	856 A	1.052 A de	687
'Aetê-3'	163 B	1.210 A ab	1.448 A abc	940
'Aysô'	259 B	1.339 A	1.561 A ab	1.053
'Negrito 897'	214 B	1.136 A abcd	1.348 A bcd	899
'Rico 23'	139 B	1.130 A abcd	1.337 A bcd	869
'Rico 1735'	179 B	1.058 A	1.193 A cde	810
'Vagem Roxa 1805'	127 B	696 A	1.059 A de	627
'ICTA Tamazulapa'	260 B	1.284 A	1.536 A ab	1.026
BAT 67	181 B	1.367 A	1.479 A abc	1.009
'Ricopardo 896'	129 B	1.187 A	1.462 A abc	926
Médias	179	1.103	1.353	879

(*) As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 10 - Efeito da calagem sobre a produção de sementes dos cultivares de feijão (valores-índices)

Variedades	Calcário (t/ha)			Médias
	0	4,84	9,68	
'Rio Tibagi'	1	1,74	2,05	1,60
'Rio Negro'	1	1,51	1,68	1,40
'Rio Iguaçu'	1	1,55	1,84	1,46
'Rio Ivaí'	1	1,65	1,78	1,48
'Rio Vermelho'	1	1,73	1,99	1,56
'Carioca'	1	1,58	1,72	1,44
'Carioca 80'	1	1,75	2,14	1,63
'Aroana 80'	1	1,70	2,07	1,59
'Aeté-3'	1	1,15	1,75	1,30
'Aysó'	1	1,72	2,16	1,62
'Negrito 897'	1	1,78	2,32	1,70
'Rico 23'	1	1,59	1,80	1,46
'Rico 1735'	1	1,88	1,95	1,61
'Vagem Roxa 1805'	1	1,43	1,44	1,29
'ICTA Tamazulapa'	1	1,60	1,85	1,48
BAT 67	1	1,60	2,02	1,54
'Ricopardo 896'	1	1,49	1,73	1,41
Médias	1	1,61	1,90	1,50

Vê-se, no Quadro 8, que apenas os cultivares 'Carioca' e 'Vagem Roxa 1805' não apresentaram diferenças significativas na produção de sementes por efeito dos níveis de calagem. É interessante assinalar que esses cultivares (1) (*) não surgiram de programas de melhoramento genético, mas foram simplesmente coletados no meio rural, o que permite supor que se desenvolveram em condições não tão favoráveis como nos canteiros experimentais. Os demais cultivares responderam positiva e significativamente à calagem. O cultivar 'Aeté-3' somente aumentou significativamente a produção com o nível mais alto de calagem. Os demais cultivares não apresentaram diferenças significativas entre as médias provenientes de 4,84 e 9,68 toneladas de calcário por hectare.

Vê-se também, no Quadro 8, que, na ausência da calagem, os rendimentos dos cultivares não diferiram significativamente, variando as produções de 425 kg/ha (cultivar 'Carioca') a 751 kg/ha (cultivar 'Rio Ivaí'). No nível intermediário de calagem, sobressaiu o cultivar 'Rio Ivaí', com 1.237 kg/ha; os cultivares 'Carioca', com 671 kg/ha, e 'Vagem Roxa 1805', com 694 kg/ha, foram os de menor rendimento. Finalmente, no nível mais alto de calagem, o cultivar 'Carioca 80' teve o melhor rendimento, com 1.407 kg/ha, e o cultivar 'Vagem Roxa 1805' o pior, com 701 kg/ha. Cinco cultivares — 'Rio Ivaí', 'Carioca 80', 'Aysó', 'ICTA Tamazulapa' e BAT 67 — deram mostra de que, além de responderem à calagem, fazem-no com bom rendimento; dentre eles, o 'Rio Ivaí' sobressaiu, já que teve o melhor rendimento, mesmo na ausência da calagem.

(*) Informação pessoal do Dr. José Mauro Chagas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

QUADRO 11 - Efeito da adubação fosfatada sobre a produção de sementes dos cultivares de feijão (valores-índices)

Variedades	P_2O_5 (kg/ha)			Médias
	0	60	120	
'Rio Tibagi'	1	5,62	6,53	4,38
'Rio Negro'	1	7,37	10,25	6,21
'Rio Iguaçu'	1	4,93	5,79	3,91
'Rio Ivaí'	1	5,92	7,72	4,88
'Rio Vermelho'	1	6,49	9,95	5,81
'Carioca'	1	6,55	7,31	4,96
'Carioca 80'	1	5,84	7,16	4,66
'Aroana 80'	1	5,60	6,88	4,49
'Aeté-3'	1	7,42	8,88	5,77
'Aysó'	1	5,17	6,02	4,07
'Negrito 897'	1	5,31	6,30	4,20
'Rico 23'	1	8,13	9,62	6,25
'Rico 1735'	1	5,91	6,66	4,52
'Vagem Roxa 1805'	1	5,48	8,34	4,94
'ICTA Tamazulapa'	1	4,94	5,91	3,95
BAT 67	1	7,55	8,17	3,57
'Ricopardo 896'	1	9,20	11,33	7,18
Médias	1	6,16	7,56	4,91

Examinando o Quadro 10, verifica-se que, de modo geral, os cultivares mais produtivos foram os que deram respostas mais marcante à calagem, ocorrendo o inverso com os menos produtivos.

Comparando os dados do Quadro 10 com os do Quadro 11, verifica-se que o efeito da adubação fosfatada foi muito mais marcante que o da calagem.

Vê-se, pelo Quadro 9, que apenas o cultivar 'Rio Ivaí' mostrou diferenças significativas de produção com as três doses de P_2O_5 ; os demais somente apresentaram diferenças significativas entre as produções provenientes da presença e da ausência do adubo. Vê-se ainda que, na ausência do adubo fosfatado, não houve diferenças significativas entre os cultivares e que as produções foram muito mais baixas, variando de 123 kg/ha (cultivar 'Carioca') a 260 kg/ha (cultivar 'ICTA Tamazulapa'). Com 60 kg de P_2O_5 /ha, sobressaíram os cultivares BAT 67, 'Rio Ivaí', 'Carioca 80', 'Aysó' e 'ICTA Tamazulapa', com rendimentos entre 1.367 e 1.284 kg/ha. O 'Vagem Roxa 1805' foi o de menor rendimento, com 696 kg/ha. Com 120 kg de P_2O_5 /ha, destacaram-se o 'Rio Ivaí', com a melhor produção (1.752 kg/ha), e o 'Carioca', com a pior (899 kg/ha). Assim, nota-se que todos os cultivares foram sensíveis à adubação fosfatada, não tendo sido possível identificar cultivares tolerantes à ausência de fósforo, já que as diferenças na produção de sementes por efeito da ausência e da presença do fósforo foram muito grandes.

Quando se examina o Quadro 11, verifica-se que não há relação entre os rendimentos medidos em kg/ha e por índice. O 'Rio Ivaí', por exemplo, o mais produtivo, deu índice relativamente baixo, ao passo que o 'Vagem Roxa 1805', um dos menos produtivos, propiciou índice relativamente alto.

O cultivar 'Rico 1735' merece uma apreciação à parte. A despeito do seu baixíssimo «stand», não foi o menos produtivo e, com as doses intermediárias de cal-

cário e de adubo fosfatado, seu rendimento não diferiu significativamente do mais produtivo. Em Minas Gerais (13), tem-se revelado altamente produtivo e, ao menos pelos resultados aqui apresentados, deveria merecer testes adicionais no Estado do Paraná.

Os dados de produção de sementes foram também utilizados para estudar o comportamento dos cultivares de feijão, por intermédio do método de EBERHART e RUSSELL (3).

Segundo esses autores, os parâmetros da estabilidade de comportamento de cultivares são o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta de cada cultivar às mudanças de ambiente, e o componente de variância dos desvios da regressão. Assim, cultivar estável, segundo a definição de EBERHART e RUSSELL, é o que apresenta coeficiente de regressão (b) igual a um e desvios da regressão (s_{di}^2) iguais a zero.

Para estimar a estabilidade de comportamento dos cultivares, os tratamentos (combinações de níveis de calagem com doses de adubo fosfatado) foram utilizados para simular diferentes ambientes. O índice de ambiente foi obtido por meio da média de todos os cultivares num tratamento (ambiente), subtraindo-se-lhe a média geral de todos os tratamentos.

A adaptabilidade dos cultivares foi avaliada com base no valor do coeficiente de regressão (b), associado com a produtividade de cada cultivar, conforme fizeram FINLAY e WILKINSON (4). Cultivar com ampla adaptabilidade deve apresentar, além de alto rendimento, $b = 1$. Se este valor de b estiver associado a baixa produtividade, o cultivar será pouco adaptado a todos os ambientes. A especificidade de adaptação a ambientes de altos rendimentos, ou seja, alta resposta à melhoria do ambiente, é indicada por $b > 1$. Se, porém, $b < 1$, o cultivar é considerado de pequena capacidade para aproveitar, vantajosamente, a riqueza do ambiente; teria tendência de adaptação a ambientes pobres.

A estabilidade de comportamento foi avaliada com base na magnitude dos desvios da regressão (s_{di}^2). Valor de s_{di}^2 não-significativo indica comportamento estável, ou seja, conhecendo-se o valor de b , o rendimento do cultivar é predizível, nos diversos níveis de produtividade do ambiente.

O Quadro 12 apresenta as produções médias dos cultivares de feijão e sua classificação nos diferentes ambientes, e o Quadro 13, as produções médias, os coeficientes de regressão (b), os quadrados médios dos desvios da regressão (QM_{di}) e os coeficientes de determinação (R^2) de cada cultivar.

Pode-se ver, no Quadro 13, que os cultivares 'Rio Ivaí', 'Carioca 80', BAT 67, 'Aysó', 'Ricopardo 896' e 'ICTA Tamazulapa' sobressaíram, quanto à resposta à melhoria de ambiente. Todos apresentaram valor de $b > 1$ associado com altas produções. O Quadro 12 permite boa análise desses cultivares. O 'Rio Ivaí' sobressai em todos os ambientes, ou seja, teve boa produtividade mesmo em ambientes desfavoráveis, podendo ser cultivar de indicação geral, uma vez que houve grande estabilidade no seu comportamento. Vê-se também, nos dois quadros, que o cultivar 'Aeté-3' foi o de maior instabilidade fenotípica, embora tenha mostrado resposta média à melhoria do ambiente. Finalmente observa-se que os cultivares 'Carioca', 'Vagem Roxa 1805', 'Rio Iguaçu' e 'Aroana 80' foram os que apresentaram valores de $b < 1$ e produtividades baixas, variando de 610 a 687 kg/ha, ou seja, foram cultivares que pouco responderam à melhoria do ambiente, embora tenham evidenciado estabilidade. O Quadro 12 mostra o comportamento desses cultivares nos diversos ambientes.

As Figuras mostram as diferenças de estabilidade de comportamento entre cultivares com $b > 1$, estabilidade de comportamento e alto rendimento (Fig. 1); $b < 1$, grande estabilidade e baixo rendimento (Fig. 2); $b = 1$, rendimento intermediário e grande estabilidade (Fig. 3); e $b = 1$, rendimento intermediário e pouca estabilidade (Fig. 4).

QUADRO 12 - Produções médias, em kg/ha, dos cultivares de feijão e sua classificação nos diferentes ambientes

Variedades	0 - 0	4,84 - 0	9,68 - 0	0 - 60	0 - 120	4,84 - 60	9,68 - 60	4,84 - 120	9,68 - 120	Médias
'Rio Tibagi'	61 (11°)	165 (7°)	390 (4°)	763 (9°)	871 (9°)	1.316 (7°)	1.393 (8°)	1.468 (8°)	1.697 (11°)	903 (9°)
'Rio Negro'	51 (13°)	106 (13°)	293 (8°)	830 (4°)	1.120 (4°)	1.268 (9°)	1.218 (12°)	1.650 (2°)	1.842 (7°)	931 (7°)
'Rio Iguaçu'	68 (7°)	186 (6°)	275 (10°)	580 (16°)	762 (15°)	914 (15°)	1.110 (13°)	1.088 (16°)	1.206 (16°)	688 (14°)
'Rio Ivaí'	93 (3°)	263 (2°)	325 (6°)	1.002 (2°)	1.158 (2°)	1.465 (4°)	1.566 (5°)	1.983 (1°)	2.116 (1°)	1.108 (1°)
'Rio Vermelho'	68 (7°)	131 (11°)	202 (16°)	590 (15°)	835 (12°)	998 (13°)	1.021 (15°)	1.460 (10°)	1.704 (10°)	779 (13°)
'Carioca'	62 (10°)	98 (14°)	209 (15°)	626 (13°)	586 (17°)	903 (16°)	889 (16°)	1.013 (17°)	1.100 (17°)	610 (17°)
'Carioca 80'	61 (11°)	288 (1°)	342 (5°)	710 (10°)	1.203 (1°)	1.530 (1°)	1.789 (1°)	1.644 (3°)	2.090 (2°)	1.073 (2°)
'Arouma 80'	36 (15°)	159 (8°)	264 (11°)	564 (17°)	695 (16°)	959 (14°)	1.047 (14°)	1.092 (15°)	1.370 (14°)	687 (15°)
'Aetê-3'	110 (2°)	140 (10°)	238 (13°)	1.080 (1°)	976 (8°)	1.078 (12°)	1.470 (7°)	1.279 (13°)	2.087 (3°)	940 (6°)
'Aysô'	44 (14°)	208 (3°)	524 (1°)	829 (5°)	1.071 (6°)	1.512 (2°)	1.675 (3°)	1.614 (5°)	1.997 (4°)	1.053 (3°)
'Negrito 897'	66 (8°)	158 (9°)	417 (2°)	671 (11°)	851 (11°)	1.233 (10°)	1.504 (6°)	1.427 (11°)	1.768 (9°)	899 (10°)
'Rico 23'	90 (4°)	128 (12°)	200 (17°)	815 (6°)	878 (10°)	1.184 (11°)	1.390 (9°)	1.527 (7°)	1.607 (12°)	869 (11°)
'Rico 1755'	53 (12°)	197 (5°)	288 (9°)	629 (12°)	828 (13°)	1.312 (8°)	1.232 (11°)	1.325 (12°)	1.426 (13°)	810 (12°)
'Vagem Roxa 1805'	63 (9°)	66 (16°)	252 (12°)	593 (14°)	801 (14°)	862 (17°)	632 (17°)	1.155 (14°)	1.220 (15°)	627 (16°)
'ICTA Tamazulapa'	170 (1°)	203 (4°)	406 (3°)	764 (8°)	1.143 (3°)	1.506 (3°)	1.583 (4°)	1.615 (4°)	1.849 (6°)	1.026 (4°)
BAF 67	84 (5°)	159 (8°)	299 (7°)	904 (3°)	977 (7°)	1.411 (5°)	1.785 (2°)	1.568 (6°)	1.893 (5°)	1.009 (5°)
Ricopardo 896'	75 (6°)	85 (15°)	225 (14°)	804 (7°)	1.094 (5°)	1.390 (6°)	1.365 (10°)	1.467 (9°)	1.826 (8°)	926 (8°)
Médias	74	161	303	750	932	1.226	1.334	1.434	1.694	879

QUADRO 13 - Produções médias, coeficientes de regressão (\bar{b}), quadrados médios dos desvios da regressão (QM_{di}) e coeficientes de determinação (R^2) de cada cultivar.

Cultivares	Produção de sementes (kg/ha)	\bar{b}	QM_{di}	R^2 (%)
'Rio Tibagi'	903 bcd	1,01	1.301,57	99,3
'Rio Negro'	931 abcd	1,09	5.429,57	97,7
'Rio Iguçu'	688 efg	0,72 **	1.204,42	98,8
'Rio Ivaí'	1.108 a	1,25 **	4.196,57	98,6
'Rio Vermelho'	779 defg	0,96	7.105,02	96,2
'Carioca'	610 g	0,67 **	1.630,58	98,2
'Carioca 80'	1.073 ab	1,24 **	6.470,14	97,9
'Aroana 80'	687 efg	0,78 **	463,23	99,6
'Aetê-3'	940 abcd	1,08	19.422,43 +	92,1
'Ayso'	1.053 abc	1,16 **	3.545,14	98,7
'Negrito 897'	899 bcd	1,03	3.702,00	98,2
'Rico 23'	869 cde	1,02	2.647,71	98,7
'Rico 1735'	810 def	0,90	3.938,81	97,5
'Vagem Roxa 1805'	627 fg	0,69 **	9.884,14	90,3
'ICIA Tamazulapa'	1.026 abc	1,10 **	2.663,57	98,9
BAT 67	1.009 abc	1,17 **	5.844,00	97,8
'Ricopardo 896'	926 abcd	1,11 *	2.457,86	99,0
Médias	879	1,00		

$$1/s_{di}^2 = (QM_{di} - QMR')/r$$

- * Significativamente diferente da unidade, pelo teste t, a 5% de probabilidade.
 ** Significativamente diferente da unidade, pelo teste t, a 1% de probabilidade.
 + Significativamente maior que o erro médio, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Letras iguais significam que os cultivares não diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

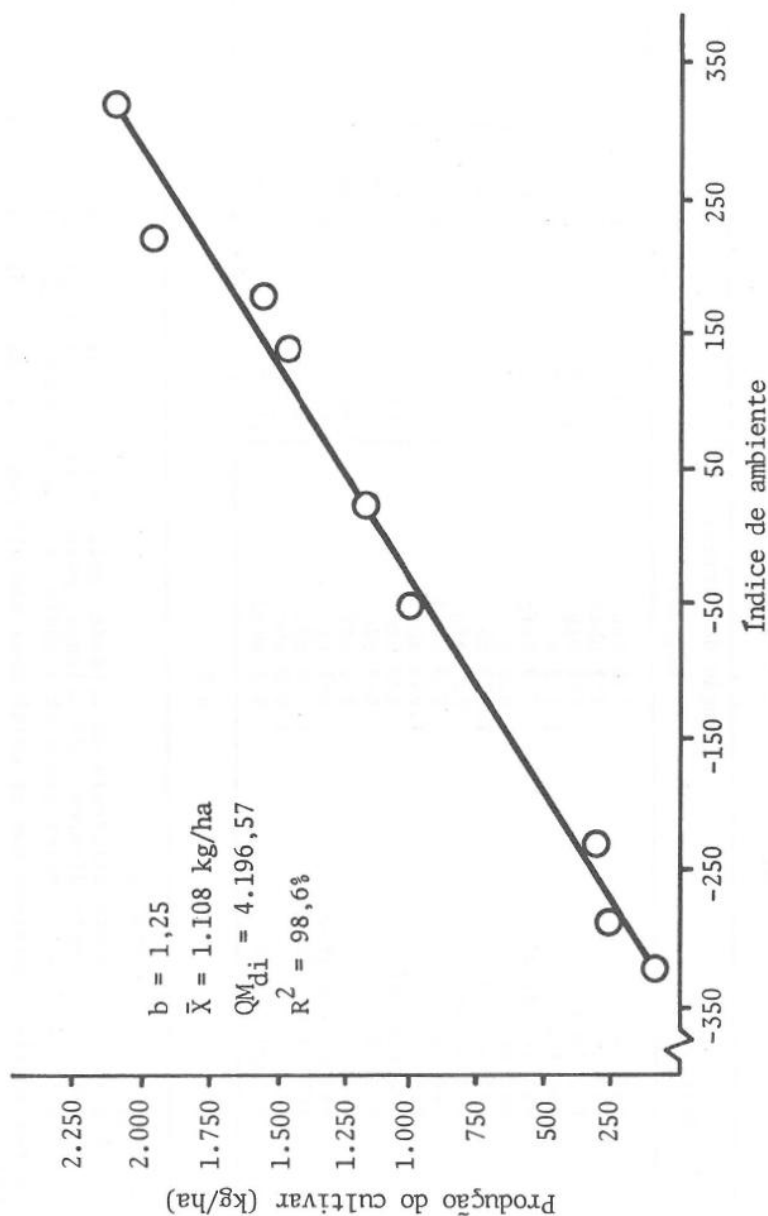


FIGURA 1 - Representação gráfica da estabilidade de comportamento do cultivar 'Rio Ivaí'.

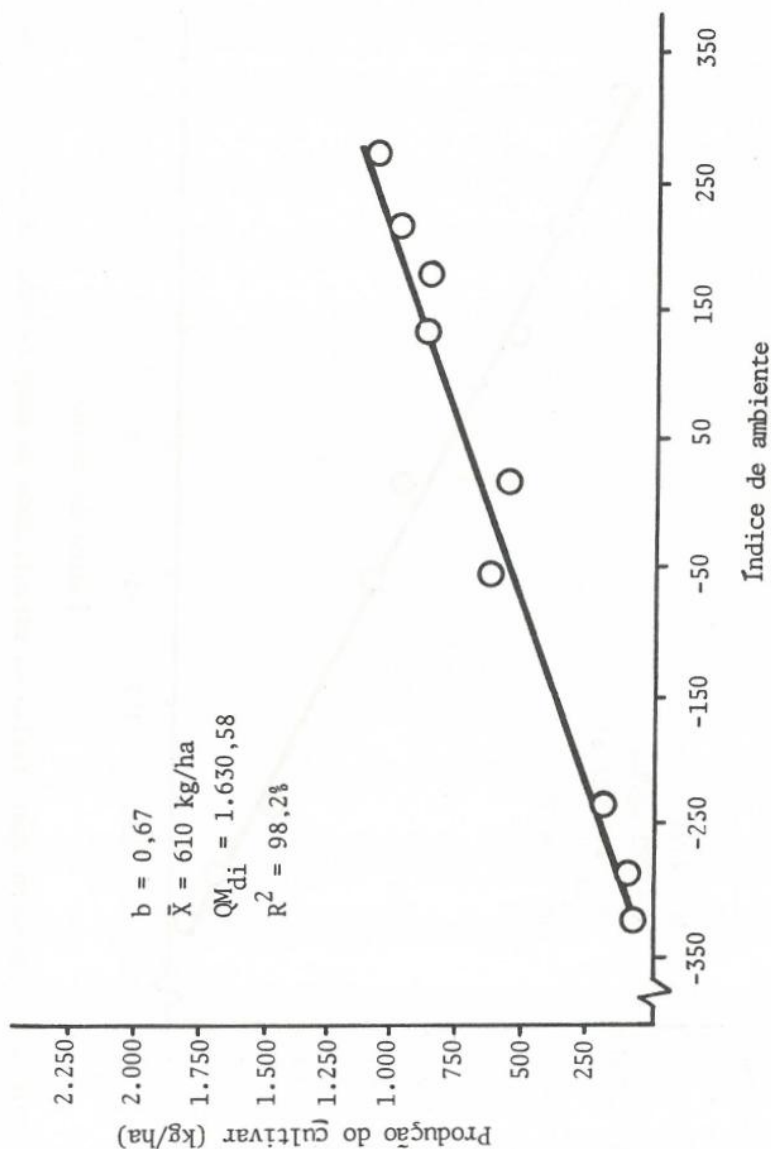


FIGURA 2 - Representação gráfica da estabilidade de comportamento do cultivar 'Carioca'.

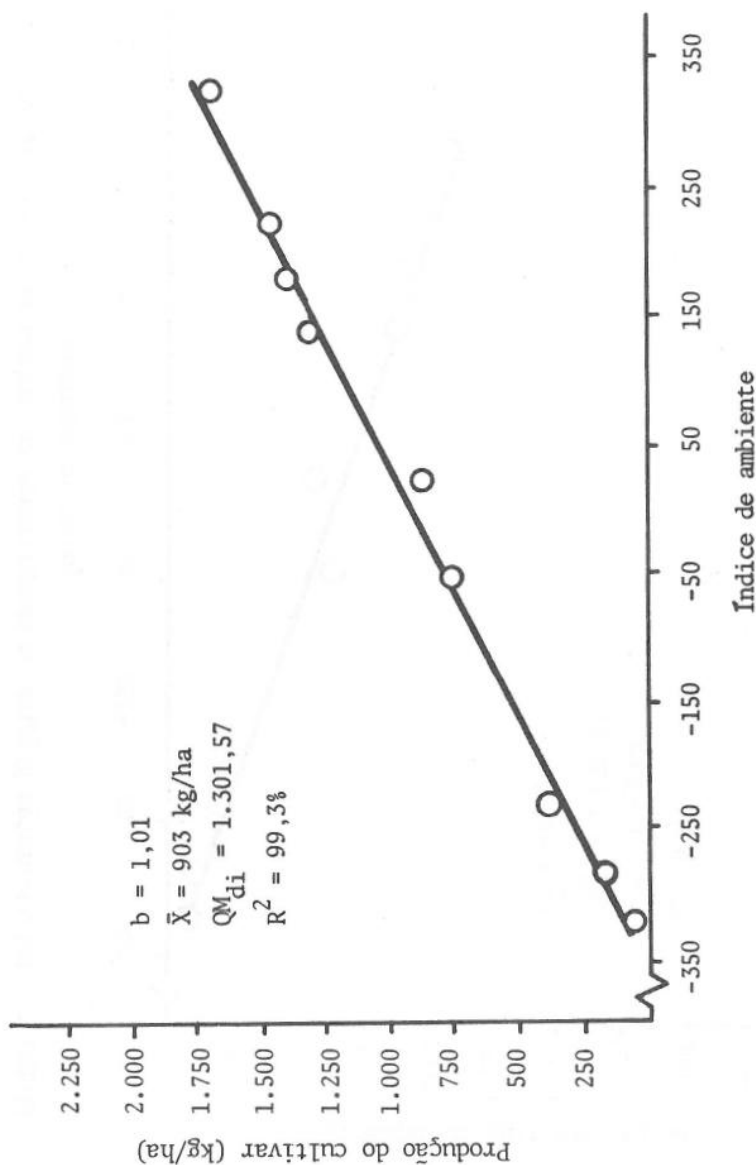


FIGURA 3 - Representação gráfica da estabilidade de comportamento do cultivar 'Rio Tibagi'.

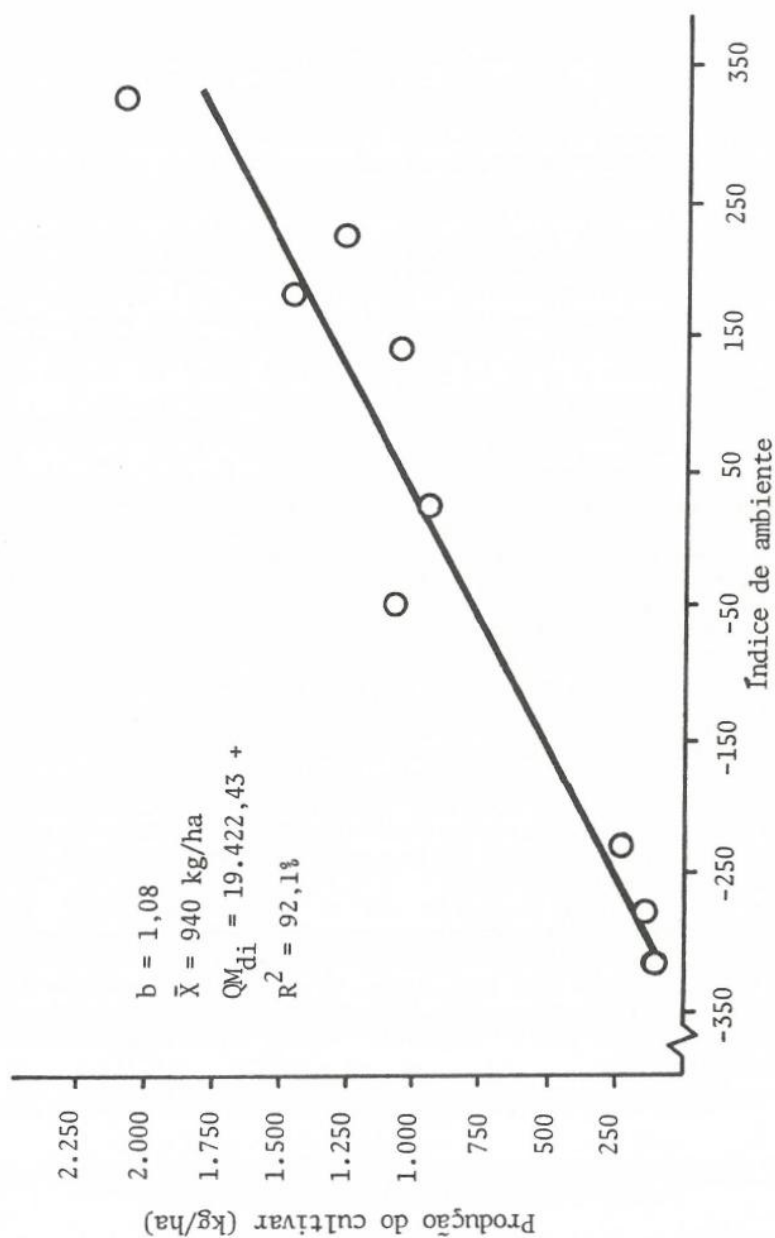


FIGURA 4 - Representação gráfica da estabilidade de comportamento do cultivar 'Aetê-3'.

O comportamento dos cultivares de feijão, avaliado pelo método de EBERHART e RUSSELL, confirma o que foi observado nos Quadros 8 e 9, quanto aos efeitos da calagem e da adubação fosfatada, ou seja, os cultivares que, de modo geral, tiveram os piores rendimentos ('Carioca', 'Vagem Roxa 1805', 'Rio Iguaçu' e 'Aroana 80') foram os que pouco responderam à melhoria do ambiente ($b < 1$); da mesma forma, os cultivares que apresentaram, em geral, os melhores rendimentos ('Rio Ivaí', 'Carioca 80', 'Aysó', 'ICTA Tamazulapa', 'Ricopardo 896' e 'BAT 67') foram os que responderam significativamente à melhoria do ambiente ($b > 1$). Como todos se comportaram como estáveis, pode-se considerar que a avaliação do comportamento de cultivares de feijão, em relação à produção de sementes, por meio do método de EBERHART e RUSSELL (3) possibilitou também a identificação de cultivares sensíveis à calagem e, ou, à adubação fosfatada. Realmente, cultivares com $b < 1$ foram os que pouco responderam à calagem e à adubação fosfatada e podem, em consequência, ser considerados tolerantes à toxidez de alumínio e à deficiência de fósforo no solo. SALINAS e SANCHEZ (11) verificaram o mesmo em relação ao 'Carioca'. Por outro lado, os que deram $b > 1$ são exigentes quanto à calagem e adubação com fósforo. Neste trabalho o 'Ricopardo 896' revelou-se sensível à toxidez causada pelo Al e à pobreza de P, contrariando os resultados obtidos por outros autores (5, 8, 10, 11). Parece que outros fatores, não identificados, contribuíram para esse comportamento do 'Ricopardo 896'.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em Piraquara, Paraná, em solo com pH 4,9, 4,5 m. e. % de alumínio trocável, 1,4 m.e. % de cálcio + magnésio e 1 ppm de fósforo, procurou-se verificar a resposta de 17 cultivares de feijão à calagem e adubação fosfatada. Para tanto, foram-lhes aplicadas, no campo, as combinações de três níveis de calagem (0, 4,84 e 9,68 t/ha de calcário dolomítico) com três doses de superfosfato triplo (0, 60 e 120 kg/ha de P_2O_5). As adubações nitrogenada e potássica foram uniformes para todos os tratamentos, fornecendo-se 150 kg/ha de sulfato de amônia e 60 kg/ha de cloreto de potássio, mais 150 kg/ha de sulfato de amônio, em cobertura, 22 dias depois da emergência dos feijoeiros.

Concluiu-se o seguinte:

1) O «stand» inicial foi mais baixo na ausência do calcário, mas o «stand» final foi negativamente afetado pela ausência tanto do calcário como do superfosfato.

2) A aplicação do calcário e/ou do superfosfato aumentou a altura das plantas, porém esta característica não foi útil para avaliar a tolerância dos cultivares ao alumínio tóxico e pobreza de fósforo.

3) Os feijões 'Rio Ivaí', 'Carioca 80', 'BAT 67', 'Aysó', 'Ricopardo 896' e 'ICTA Tamazulapa' foram os que mais responderam aos tratamentos, sendo por isso considerados como sensíveis ao alumínio tóxico e à deficiência de fósforo. Os cultivares 'Carioca', 'Vagem Roxa 1805', 'Aroana 80' e 'Rio Iguaçu' revelaram-se tolerantes, pois pouco responderam a essas condições. Os cultivares 'Rio Tibagi', 'Rio Negro', 'Rio Vermelho', 'Aeté 3', 'Negrito 897', 'Rico 23' e 'Rico 1735' ficaram numa posição intermediária.

5. SUMMARY

(RESPONSE OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVARS TO LIMING AND PHOSPHATE FERTILIZATION)

At Piraquara, Paraná State, in soil with pH 4.9, 4.5 m.e. % of exchangeable aluminum, 1.4 m.e. % of calcium + magnesium, and 1 ppm. of phosphorus, it was studied the response of 17 bean cultivars to liming and phosphate fertilization. For this purpose, they received, in the field, the combinations of three levels of

liming (zero, 4.84 and 9.68 t/ha of dolomitic limestone) with three levels of triple superphosphate (zero, 60 and 120 kg/ha of P_2O_5). All treatments received 150 kg/ha of ammonium sulfate and 60 kg/ha of potassium chloride plus 150 kg/ha of ammonium sulfate, as side dressing, 22 days after bean emergence.

Initial stand was lower in the absence of limestone, but the final stand was negatively affected by limestone absence as well as by phosphate absence.

Limestone and/or phosphate increased the plant height. This characteristic, however, was not useful to evaluate the tolerance of bean cultivars to aluminum toxicity and low availability of phosphorus.

The bean cultivars 'Rio Ivaí', 'Carioca 80', BAT 67, 'Aysó', 'Ricopardo 896', and 'ICTA Tamazulapa' were the most responsive to the treatments and, for this reason, were considered as the most sensitive to aluminum toxicity and low availability of phosphorus. The cultivars 'Carioca', 'Vagem Roxa 1805', 'Aroana 80', and 'Rio Iguaçu' were tolerant, since they were the less responsive to the treatments. The cultivars 'Rio Tibagi', 'Rio Negro', 'Rio Vermelho', 'Aeté 3', 'Negri-20 897', 'Rico 23', and 'Rico 1735' occupied an intermediate position.

6. LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, L.D.A.; LEITÃO FILHO, H.F. & MIYASAKA, S. Características do feijão Carioca, um novo cultivar. *Bragantia*, 30:XXXIII-XXXVIII. 1971. (Nota n.º 7).
2. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 3.ª aprox. B. Horizonte, Empresa de Pesq. Agropec. de Minas Gerais, 1978. 80 p.
3. EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40. 1966.
4. FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14:742-754. 1963.
5. JUNQUEIRA NETTO, A.; SOSA P., M. & REZENDE, P.M. de. Differential response of bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) to low available phosphorus. *Ann. Rept. of the Bean Improvement Cooperative* 23:57-58. 1980.
6. KRANZ, W.M.; ALBERINI, J.L.; BIANCHINI, A. & FIGUEIREDO, R. *Aptidão fitotécnica para o plantio do feijão no Estado do Paraná*. Londrina-PR, Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1983. 16 p. (Circular IAPAR n.º 34).
7. MESQUITA FILHO, M.V.; MIRANDA, L.N. & KLUTHCOVSKI, J. Avaliação de cultivares de feijão para sua tolerância à toxicidade de alumínio com relação à disponibilidade de fósforo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 6:43-46. 1982.
8. MIRANDA, L.N. & LOBATO, E. Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e à baixa disponibilidade de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2:44-50. 1978.
9. OLMOS ITURRI L., J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P.; HOCHMÜLER, D.P.; FASOLO, P.J. & RAUEN, M.J. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná*. Londrina-PR, EMBRAPA/SNICS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 412 p. V.1 (Boletim Técnico 57 EMBRAPA, 16 IAPAR).

10. RAMALHO, M.A.P.; PINTO, C.A.B.P. & CARVALHO, M.A. de. Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de saturação de alumínio, em solo sob vegetação de cerrado. *Ciência e Prática*, 6:55-62. 1982.
11. SALINAS, J.G. & SANCHEZ, P.A. Tolerance to aluminum toxicity and low available soil phosphorus. In *Agronomic-economic research on tropical soils. Annual report for 1975*. Raleigh, Soil Sc. Dept., N. Carolina State University, 1976. p. 40-65.
12. VIEIRA, C. *Cultura do feijão*. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1978. 146 p.
13. VIEIRA, C.; SILVA, C.C.; CHAGAS, J.M. & ARAÚJO, G.A.A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais-III. *Revista Ceres*, 30:133-149. 1983.