

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO NA SEMENTE E DOSES DE FÓSFORO NO SOLO¹

JULIANE DOSSI SALUM², CLAUDEMIR ZUCARELI³, EDUARDO GAZOLA⁴, JOÃO NAKAGAWA⁵

RESUMO – Para avaliar o efeito da combinação de teores de fósforo na semente com doses de fósforo aplicadas via solo sobre as características químicas e fisiológicas de semente de feijão, foram avaliadas sementes das cultivares Carioca Precoce e IAC-Carioca Tybatã, produzidas em cultivo “da seca”. Na produção das sementes utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, correspondente a três teores de fósforo na semente (baixo, médio e alto) e três doses de fósforo, na forma de superfosfato triplo, aplicadas no sulco de semeadura (zero, 90 e 150 kg P₂O₅ ha⁻¹), totalizando nove tratamentos para cada cultivar, com cinco repetições. Foram determinados o teor de água e as características químicas (teores de proteína, açúcares total, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn) e fisiológicas da semente (germinação e vigor). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. A qualidade fisiológica da semente não é favorecida pelos teores de fósforo na semente e no solo, embora esses ocasionem algumas alterações nos teores de nutrientes da semente.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., adubação, nutrientes, germinação, vigor.

P FERTILIZATION AND SEED P CONTENT EFFECTS ON CHEMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMMON BEAN SEED

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the combined effects of P content in the seeds and P rates applied to soil on chemical and the physiological characteristics of common bean seeds. All tests were performed with seeds of the Carioca Precoce and IAC Carioca Tybatã cultivars, grown during the dry season (from March to July). A randomized block design in a 3x3 factorial (nine treatments), combining three P seed contents (low, medium, and high) and three rates of P (0, 90, and 150 kg.ha⁻¹) applied as triple superphosphate to the soil, with five replications, was used to analyze seed production and quality for each cultivar. Means were compared by the Tukey test at 5%. The following variables were evaluated: moisture content, chemical (protein, total sugars, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn) contents and physiological (germination and vigor) seed characteristics. The seed physiological quality was not improved by seed P content and P fertilization in spite of some effects on nutrient contents.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., fertilization, nutrients, germination, vigor.

¹Submetido em 08/01/2007. Aceito para publicação em 20/12/2007.

²Graduanda em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, Botucatu- SP. Bolsista FAPESP. jdsalum@fca.unesp.br

³Prof. Adjunto, Departamento Agronomia- CCA, Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário, Caixa Postal 6001, Londrina- PR, CEP 86051-990. claudemir@fca.unesp.br

⁴Engº Agrº Mestrando, Dep. de Produção Vegetal - Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu SP, C.P. 237, CEP 18603-970. egazola@fca.unesp.br

⁵Prof. Titular Aposentado. Voluntário do Dep. de Produção Vegetal - Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu SP. secdamv@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

O feijão é um dos principais constituintes da dieta alimentar do povo brasileiro, sendo uma excelente fonte de aminoácidos, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras; apresenta ainda conteúdo protéico de aproximadamente 25% (Sgarbieri, 1987).

A produtividade e a lucratividade de um empreendimento agrícola estão diretamente relacionadas à qualidade da semente utilizada para a semeadura. Assim, um dos fatores que mais contribui para o baixo rendimento do feijoeiro no Brasil, apesar da sua importância, é a utilização de grão, ao invés de semente, para a instalação da cultura (Yokoyama et al., 2000).

O uso de semente com qualidades genética, sanitária, física e fisiológica é essencial para a obtenção de boa produtividade e, conseqüentemente, retorno financeiro. A adubação é citada por Sá (1994) como um dos fatores que afetam a qualidade da semente, pois plantas adubadas de modo adequado apresentam condições de produzir maior quantidade de semente, além de promover melhor qualidade, por resistir mais facilmente a adversidades durante o período de produção.

O macronutriente exigido em maior quantidade pelo feijoeiro é o nitrogênio, seguido por potássio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo. Contudo, quando se considera apenas a semente, a maior porcentagem do total absorvido é formada por N e P, seguidos por S, K, Mg e Ca (Arf, 1994). A necessidade de fósforo (acumulação na planta) é muito menor do que a de nitrogênio e a maior parte de P acumulado na planta (maior que 80%) é translocada para a semente, sendo possível aumentar a produtividade da cultura com o aumento da taxa de absorção de P (Fageria et al., 2003).

Os efeitos dos nutrientes sobre a qualidade da semente tornam-se mais pronunciados em situações de deficiência nutricional. A exigência nutricional para a maioria das espécies aumenta com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação da semente, quando grande quantidade dos nutrientes é translocada para elas. A disponibilidade de nutrientes influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva e na composição química da semente, afetando, conseqüentemente, sua qualidade (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Vieira (1986), estudando o efeito da adubação fosfatada nas características químicas e fisiológicas da semente do feijão, verificou que maiores teores de fósforo no solo resultaram em semente com maiores peso e vigor e que os teores de fósforo, no solo de onde a semente semeada se

originou, não influenciaram as porcentagens de plântulas normais e anormais e de sementes mortas. Verificou também que teores crescentes do nutriente no solo aumentaram a quantidade de P, Mg e Zn e diminuíram a de N na semente. A deficiência de P pode, entretanto, restringir a absorção, assimilação e translocação de N nas plantas (Gniazdowska et al., 1999).

Plantas de feijão originadas de semente com alto teor de P produziram maior massa de parte aérea e número e massa de nódulos e foram menos responsivas ao suprimento de P no solo do que plantas oriundas de semente com baixo teor de P (Teixeira et al., 1999). Outrossim, semente de feijoeiro com maior teor de P pode resultar em plantas com maior crescimento da parte aérea, nodulação e acúmulo de N, no estágio vegetativo de crescimento, particularmente sob baixas doses aplicadas de fósforo, via solo (Araújo et al., 2002).

Os trabalhos envolvendo fósforo na cultura do feijão, principalmente os relacionados ao teor na semente, limitam-se a avaliar o efeito na fase inicial do desenvolvimento da cultura. Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da combinação de teores de fósforo na semente com teores de fósforo aplicados via solo sobre o produto final, ou seja, sobre as características químicas e fisiológicas da semente.

MATERIAL E MÉTODOS

A semente de feijão foi produzida na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp, Botucatu, SP que se encontra a 22°45' latitude sul, 48°34' longitude oeste de Greenwich, com altitude de 750 metros. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999), cuja análise química revelou pH (CaCl₂) = 4,6, MO = 24 g . dm⁻³, P (resina) = 5 mg . dm⁻³, H+Al = 33 mmol_c . dm⁻³, K = 4 mmol_c . dm⁻³, Ca = 22 mmol_c . dm⁻³, Mg = 8 mmol_c . dm⁻³, SB = 33 mmol_c . dm⁻³, CTC = 67 mmol_c . dm⁻³ e V% = 51.

Foram avaliadas sementes das cultivares Carioca Precoce e IAC-Carioca Tybatã, provenientes de experimentos em cultivo “da seca”, cujas semeaduras e colheitas foram realizadas em março e julho de 2003, respectivamente. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, correspondente a três teores de fósforo na semente (baixo, médio e alto) e três doses de fósforo aplicadas no sulco de semeadura (zero, 90 e 150 kg P₂O₅ . ha⁻¹), totalizando nove tratamentos para cada cultivar, com cinco repetições. As sementes contendo diferentes teores

de fósforo, utilizadas na instalação desses experimentos, foram obtidas em ensaio anterior, conduzido em cultivo “das águas”, a partir de diferentes doses de fósforo aplicadas no sulco de semeadura. Desse modo, os teores de fósforo na semente corresponderam a 3,11, 3,46 e 3,80 g . kg⁻¹, para a cultivar Carioca Precoce, e 2,87, 3,35 e 3,94 g . kg⁻¹, para a IAC-Carioca Tybatã, respectivamente, em teores aqui considerados baixo (P₁), médio (P₂) e alto (P₃).

A necessidade de calagem e adubação foi determinada de acordo com Ambrosano et al. (1996), com base na análise química do solo. Como fonte de fósforo, utilizou-se superfosfato triplo. A adubação de cobertura foi realizada aos 15 e 30 dias, após a emergência das plantas, utilizando 70 kg . ha⁻¹ de N na forma de uréia, em partes iguais para cada aplicação.

Após a colheita, a semente foi armazenada em câmara seca, com 30% - 40 % de umidade relativa e sem controle de temperatura até o momento das avaliações.

Para avaliar os teores de nutrientes, amostras de semente foram secas até peso constante, em estufa de ventilação forçada a 65° C, sendo moídas e posteriormente analisadas para determinação de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo Malavolta et al. (1989). O teor de proteínas na semente foi calculado mediante a multiplicação do teor de nitrogênio pelo índice 6,25 (AOAC, 1990). Os teores de açúcares totais foram determinados de acordo com o método de Dubois et al. (1956) e Somogyi (1945).

As avaliações do teor de água, das características fisiológicas da semente, em laboratório e do teste de emergência de plântulas no campo, foram realizadas em janeiro de 2004 e janeiro de 2005, após seis e dezoito meses da colheita, respectivamente.

O teor de água foi determinado, utilizando 10 g por repetição, em estufa a 105° ± 3° C, durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). O teste de germinação foi conduzido em papel tipo toalha (RP), umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco, com 50 sementes por repetição, mantidas em germinador a 25° C, seguindo os critérios de avaliação estabelecidos em Brasil (1992). A primeira contagem do teste de germinação, realizada aos cinco dias após a instalação do teste, foi considerada como teste de vigor. O teste de envelhecimento acelerado foi executado seguindo a metodologia descrita em Marcos Filho (1999), utilizando 75 sementes por repetição, distribuídas em camada única sobre bandeja de tela metálica fixada no interior de caixa plástica do tipo gerbox contendo 40 mL de água. As caixas, tampadas e acondicionadas em sacos plásticos, foram mantidas em câmara a 42° C, por 72

horas. Após esse período, foi determinado o teor de água e realizado o teste de germinação, sendo feita uma única avaliação aos cinco dias após a instalação. Para o teste de condutividade elétrica, foram utilizadas 50 sementes por repetição, com massa conhecida, que foram colocadas para embeber dentro de recipientes plásticos contendo 75 mL de água deionizada, por um período de 24 h, a 25°C. Em seguida, procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutivímetro, expressando os resultados em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente (Vieira, 1994).

O teste de emergência de plântulas no campo foi realizado com 50 sementes por repetição. A semente foi colocada em sulco com 2,5m de comprimento e aproximadamente 2,0 cm de profundidade, e irrigada sempre que necessário. A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada aos 14 dias após a semeadura, com expressão dos resultados em porcentagem (Nakagawa, 1994).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas ao teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N e K na semente das cv. Carioca Precoce e IAC-Carioca Tybatã não foram influenciados pelas doses de P no solo e pelo teor de P das sementes (Tabelas 1 e 4). Silva e Vhal (2002) obtiveram resultados semelhantes, estudando doses de P aplicadas no solo. O alto teor inicial de K no solo (Raij et al., 1996) pode ter contribuído para que seu teor na semente não tenha sido influenciado pelos tratamentos aplicados nas duas cultivares. O K é o segundo nutriente mais absorvido e exportado pela planta de feijão (Arf, 1994), fato ocorrido no presente trabalho (Tabelas 1 e 4). Esse nutriente atua em processos responsáveis pela qualidade dos produtos, o que o torna importante para o feijão, principalmente para algumas características como cor, tamanho, quantidade de vitaminas e proteínas na semente. De modo geral, os teores obtidos de K na semente foram satisfatórios, pois Oliveira & Thung (1988) relatam valores que variam de 6 a 22 g . kg⁻¹, em diferentes cultivares.

O N é o nutriente mais absorvido pela planta de feijão, sendo encontrado em maior concentração na lâmina foliar e na semente. O teor médio de N na semente foi de 35,1 . kg⁻¹ e 30,9 g . kg⁻¹, respectivamente, para ‘Carioca Precoce’ e ‘IAC-Carioca Tybatã’ (Tabelas 1 e 4), superior ao obtido por Silva e Vhal (2002) que foi de 28,6 g . kg⁻¹, mas abaixo do de Vieira et al. (1984) que foi de 40,0 g . kg⁻¹. Diferentes teores iniciais de P na semente resultaram em teores iguais desse

TABELA 1. Teores de N, P, K, Cu, Fe, Mn, proteína e açúcares totais das sementes de feijão cultivar Carioca Precoce, em função do teor de fósforo na semente (P₁, P₂, P₃) e doses de fósforo no solo (zero, 90, 150 kg . ha⁻¹). Botucatu, SP, 2005.

Tratamento	N			P			K			Cu			Fe			Mn			Proteína	Açúcares totais
	------(g . kg ⁻¹)-----			------(g . kg ⁻¹)-----			------(mg . kg ⁻¹)-----			------(mg . kg ⁻¹)-----			------(%)-----							
P na semente																				
P ₁	35,21 a	1,81 a	12,17 a	17,04 a	100,13 a	11,83 a	22,01 a	7,00ab												
P ₂	35,54 a	1,74 a	12,90 a	19,56 a	98,54 a	13,48 a	22,21 a	8,46a												
P ₃	34,59 a	1,80 a	12,30 a	18,84 a	103,64 a	13,08 a	21,62 a	6,26b												
P no solo																				
0	34,94 A	1,75 B	11,92 A	18,47 A	82,10 A	13,98 A	21,83 A	7,53A												
90	35,14 A	1,84 A	12,75 A	17,35 A	95,60 A	12,93 A	21,96 A	7,46A												
150	35,27 A	1,78 AB	12,65 A	19,63 A	124,63 A	11,52 A	22,04 A	6,73A												
CV (%)	9,49	5,14	10,57	23,08	57,18	22,10	9,49	28,10												

P₁= 3,11 g . kg⁻¹; P₂= 3,46 g . kg⁻¹; P₃= 3,80 g . kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra na coluna, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%.

nutriente na semente colhida (Tabelas 1 e 4). No entanto, com relação às doses de P aplicadas ao solo, onde o teor inicial desse era baixo (Raij et al., 1996), a semente diferiu quanto ao teor do nutriente. Para ‘Carioca Precoce’, o tratamento sem aplicação de P apresentou o menor valor, não diferindo da maior dose, de 150 kg . ha⁻¹. A dose intermediária (90 kg . ha⁻¹) causou maior acúmulo de P na semente, provavelmente por ter possibilitado translocação máxima. Para ‘IAC-Carioca Tybatã’, o aumento das doses de P no solo causou incrementos das quantidades de P na semente. Aumentos no teor de P da semente foram também obtidos em outros trabalhos (Vieira, 1986; Teixeira & Araújo, 1999; Silva & Vahl, 2002) com aplicação de doses de adubo fosfatado no solo, à semelhança do observado neste trabalho.

Na cv. Carioca Precoce (Tabela 2) ocorreu efeito da interação de doses de P no solo e teor de P na semente, para os teores de Ca, Mg e S. Para o Ca, a dose de 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo foi superior à dose de 90 kg . ha⁻¹, porém foi semelhante à dose zero, dentro do teor P₁ (baixo) de fósforo na semente. Para os teores P₂ (médio) e P₃ (alto) na semente, as doses de P no solo não influenciaram os teores de Ca na semente, provavelmente devido à alta quantidade inicial de Ca no solo, o que pode ter mascarado qualquer possível relação entre esses nutrientes; isso pode ser inferido pelos altos teores de Ca na semente (Tabela 2). Na ausência de adubação de P no solo, o teor de Ca na semente de P₃ foi menor que as originárias de P₁ e P₂. Na cv. IAC-Carioca Tybatã, o teor de Ca foi menor na semente originárias daquelas de P₂ e P₃, independente da adubação com P no solo (Tabela 4).

Com relação ao Mg, a dose de 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo ocasionou acréscimo em relação à dose de 90 kg . ha⁻¹, dentro do teor P₁ de fósforo na semente da cultivar Carioca Precoce (Tabela 2); dentro de P₃ de fósforo na semente ocorreu aumento do nutriente Mg para as doses de 90 e 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo, à semelhança do observado por Vieira (1986) que constatou aumento do teor Mg na semente em função da adubação fosfatada. Na ausência de adubação de P no solo, os teores de P na semente causaram diferenças no teor de Mg, mostrando que em solos bem nutridos com P, o teor na semente não teve efeito sobre a quantidade de Mg na semente; os comportamentos de Mg e Ca foram semelhantes para essa cultivar. Na cv. IAC-Carioca Tybatã, o teor de Mg d semente não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 4).

Segundo Malavolta (1980), o S é um elemento exigido pelas culturas em quantidades semelhantes às do P, sendo essa característica também observada em feijão (Tabelas 1, 2 e 4). Para o teor P₃ de fósforo na semente, as doses de P no solo influenciaram negativamente o conteúdo de S na semente da ‘Carioca Precoce’, quando os maiores teores desse nutriente foram obtidos nas doses de zero e 90 kg . ha⁻¹ de P no solo. Nos demais teores de P na semente, não houve efeito da adubação fosfatada nos teores de S na semente (Tabela 2), à semelhança do ocorrido para todos os tratamentos da cv. IAC-Carioca Tybatã (Tabela 4).

Quanto aos teores de Cu, Fe, Mn, Zn, proteínas e açúcares totais da semente na cv. IAC-Carioca Tybatã (Tabela 4), não houve efeito de interação entre os tratamentos. O mesmo ocorreu na cv. Carioca Precoce (Tabela 1), com exceção do

TABELA 2. Desdobramentos da interação teores de fósforo na semente x doses de fósforo no solo para os teores de cálcio, magnésio, enxofre e zinco em sementes de feijão cultivar Carioca Precoce. Botucatu, SP, 2005.

Teor de P no solo	Teor de P na semente		
	P ₁	P ₂	P ₃
		Cálcio (g . kg ⁻¹)	
0	5,09 aAB	7,15 aA	2,45 bA
90	3,19 aB	5,36 aA	4,89 aA
150	6,00 aA	5,81 aA	3,95 aA
		Magnésio (g . kg ⁻¹)	
0	1,82 abAB	2,04 aA	1,53 bB
90	1,73 aB	1,92 aA	2,15 aA
150	2,00aA	2,01 aA	2,08 aA
		Enxofre (g . kg ⁻¹)	
0	1,72 aA	1,71 aA	1,63 aA
90	1,70 aA	1,70 aA	1,55 aA
150	1,68 aA	1,72 aA	0,93 bB
		Zinco (mg . kg ⁻¹)	
0	25,75 aA	21,84 bA	19,84 bB
90	24,00 aAB	20,16 bAB	19,92 bB
150	22,52 bB	18,48 cB	25,44 aA

P₁= 3,11 g . kg⁻¹; P₂= 3,46 g . kg⁻¹; P₃= 3,80 g . kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%

Zn (Tabela 2). Oliveira & Thung (1988) apresentaram as faixas dos teores de micronutrientes da semente obtida por diferentes pesquisadores para o feijoeiro, sendo Cu = 6 a 12 mg . kg⁻¹, Fe = 60 a 78 mg . kg⁻¹, Mn = 15 a 27 mg . kg⁻¹ e Zn = 32 a 65 mg . kg⁻¹; esses teores são, de modo geral, menores que os de Cu e Fe e maiores que os de Mn e Zn, obtidos nesse trabalho (Tabelas 1, 2 e 4). Existem alguns fatores que afetam a disponibilidade desses micronutrientes e entre eles estão as altas concentrações de P, causando deficiência de Fe e Cu. No entanto, nesse caso, o aumento da dose de P até 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ não resultou em decréscimo desses nutrientes na semente das duas cultivares (Tabela 1 e 4). É interessante salientar que o teor de Mn da semente para a 'IAC-Carioca Tybatã' (Tabela 4) foi favorecido tanto pelo maior teor de P da sementes como pela adubação fosfatada, o que pode ser resultado dos efeitos dos tratamentos sobre a dinâmica da disponibilização do micronutriente no solo ou de absorção desse elemento pelo feijoeiro. Para a 'Carioca Precoce', não houve efeito dos tratamentos (Tabela 1).

Na cv. Carioca Precoce (Tabela 2), o Zn apresentou, na dose de 0 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo, maior teor que na

dose de 150 kg . ha⁻¹, dentro dos teores P₁ e P₂ de fósforo na semente. Dentro do teor P₃ na semente, a dose de 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo mostrou maior valor de Zn em relação à dose zero e 90 kg . ha⁻¹ de P no solo. Os maiores valores de Zn na semente foram obtidos para teor P₁ na semente, em ausência de adubação de P e para teor P₃ da semente com 150 kg . ha⁻¹ de adubação de P. A redução no teor de Zn, ocasionada pelo aumento da concentração de P no solo, é um fenômeno bastante discutido. Existem três mecanismos distintos que podem explicar a interação entre esses nutrientes: (a) diluição do Zn no tecido vegetal, em virtude do aumento do crescimento das plantas decorrente da maior disponibilidade de P no solo, (b) uma interação fisiológica antagonica entre esses elementos, onde o P inibe a absorção do Zn e (c) efeito negativo do P no transporte do Zn das raízes para a parte aérea da planta. Desse modo, o aumento da adubação fosfatada deveria promover reduções nos teores de Zn, como observado para os teores da semente de P₁ e P₂, mas o mesmo não ocorreu para os teores de Zn obtidos do teor P₃ da semente produzida com 150 kg . ha⁻¹ de adubação de P, mostrando que, nesse caso, teores altos de

P na semente não interagiram com os de P no solo. Andrade et al. (2004), trabalhando com diferentes adubações também não detectaram diferenças para o teor desse nutriente na semente. Vieira (1986), entretanto, verificou aumento no teor de Zn da semente com o acréscimo de P no solo. Para a 'IAC- Carioca Tybatã' não houve efeito dos tratamentos.

O fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes ao feijoeiro, pelo uso de adubos minerais, pode contribuir para aumentar a produtividade e também melhorar o valor nutricional do feijão (Teixeira, 2000). No entanto, nesse trabalho, os teores de proteína nos dois cultivares e o teor de açúcares totais na cv. IAC-Carioca Tybatã (Tabelas 1 e 4) não diferiram estatisticamente, nas doses de P no solo e nem no teor de P na semente. De modo geral, a cv. Carioca Precoce apresentou maiores percentagens de proteína nas

semente em relação a. IAC-Carioca Tybatã, com valores entre 21,62% e 22,21 %. Lemos et al. (2004), em Botucatu, SP, para a 'Carioca Precoce', obtiveram valores de 22,4% e 18,8 %, nas safras de 2001 e 2002, respectivamente. A porcentagem de açúcar total na cv. Carioca Precoce (Tabela 1) foi influenciada pelo teor inicial de P na semente, quando os maiores valores foram para o teor P₂ na semente.

O teor de água, a germinação e o vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo) de semente da cv. Carioca Precoce, em função do teor de P na semente e doses de P no solo, avaliados em janeiro de 2004 e janeiro de 2005, com exceção da condutividade elétrica, não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 3). Zucareli et al. (2006), em condições semelhantes a esse estudo, não constataram

TABELA 3. Teor de água (TA), germinação (GE), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas no campo (EC) da semente de feijão cultivar Carioca Precoce, em função do teor de fósforo na semente (P₁, P₂, P₃) e doses de fósforo no solo (zero, 90, 150 kg . ha⁻¹), em janeiro de 2004 e janeiro de 2005. Botucatu, SP, 2005

Tratamento	TA	GE	PC	EA	CE	EC
	-----%-----				(□ S cm ⁻¹ . g ⁻¹)	(%)
P na semente	Janeiro de 2004					
P ₁	6,7 a	92 a	90 a	90 a	90,47 a	83a
P ₂	6,8 a	94 a	93 a	90 a	81,55 b	85a
P ₃	6,8 a	95 a	93 a	90 a	78,13 b	84a
P no solo						
0	7,1 A	95 A	94 A	91 A	80,47 A	88A
90	6,4 A	92 A	90 A	90 A	85,52 A	82A
150	6,8 A	95 A	93 A	89 A	84,17 A	81A
CV (%)	19,5	6,52	9,16	7,38	10,8	9,45
P na semente	Janeiro de 2005					
P ₁	11,9 a	90 a	78 a	73 a	109,64 a	83 a
P ₂	12,6 a	95 a	87 a	75 a	101,09 b	85 a
P ₃	12,3 a	93 a	85 a	75 a	97,78 b	84 a
P no solo						
0	12,1 A	92 A	79 A	76 A	101,69 A	88 A
90	12,2 A	93 A	84 A	75 A	103,00 A	83 A
150	12,5 A	94 A	87 A	71 A	103,83 A	82 A
CV (%)	12,66	7,22	12,25	12,63	8,85	9,52

P₁= 3,11 g kg⁻¹; P₂= 3,46 g kg⁻¹; P₃= 3,80 g kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra na coluna, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%.

TABELA 4. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, proteína e açúcares totais das sementes de feijão cultivar IAC Carioca Tybatã em função do teor de fósforo na semente (P₁, P₂, P₃) e doses de fósforo no solo (zero, 90, 150 kg . ha⁻¹). Botucatu, SP, 2005.

Tratamento	N P K Ca Mg S (g . kg ⁻¹)						Cu Fe Mn Zn (mg . kg ⁻¹)				Proteína (%)	Açúcares totais (%)
P na semente												
P ₁	30,41 a	1,62 a	13,23 a	2,93 a	1,93 a	1,07 a	21,33a	99,13a	11,73b	29,47a	19,05a	9,20a
P ₂	30,13 a	1,66 a	13,40 a	1,60 b	2,00 a	1,08 a	24,13a	117,93a	13,60b	28,67a	18,83a	7,80a
P ₃	32,45 a	1,68 a	12,54 a	1,73 b	1,93 a	1,14 a	22,80a	113,33a	15,73a	30,06a	20,28a	8,13a
P no solo												
0	31,73 A	1,59 B	13,13 A	2,07 A	1,93 A	1,08 A	21,93A	07,33A	12,33 B	29,40A	19,83A	8,60A
90	31,50 A	1,64 AB	12,93 A	1,94 A	2,00 A	1,04 A	23,30A	93,80A	4,07AB	30,13A	19,64A	8,33A
150	29,76 A	1,72 A	13,07 A	2,27 A	1,93 A	1,17 A	23,00A	29,27A	14,67A	28,67A	18,60A	8,20A
CV (%)	8,97	6,82	8,55	4,24	10,95	14,10	15,43	54,17	17,15	6,96	8,97	27,00

P₁= 2,87 g . kg⁻¹; P₂= 3,35 g . kg⁻¹; P₃= 3,94 g . kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra na coluna, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%.

também melhoria na qualidade de semente da cv. IAC-Carioca, com aplicação de doses de P no solo. Entretanto, Kikuti et al. (2006), estudando o efeito da adubação de base, observaram que 14 dos 25 genótipos avaliados responderam positivamente à adubação quanto à germinação. Pela condutividade elétrica, a semente originária dos teores P₂ e P₃ na semente apresentou, cada uma, maior vigor que as de P₁ nos dois períodos de avaliação (Tabela 3). No entanto, pelas demais avaliações, verifica-se que não mostraram diferenças entre os tratamentos, mas indicaram que houve queda de qualidade, com o armazenamento por um ano.

As avaliações da qualidade fisiológica (Tabela 5) não indicaram efeitos de tratamentos na semente de feijão da cv. IAC-Carioca Tybatã, nas determinações de janeiro de 2004; no entanto, após um ano de armazenamento, em janeiro de 2005, esses resultados se alteraram. Os dados de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica indicam pior qualidade para a semente produzida sob maior dose de adubação fosfatada. Considerando o teor de P na semente, verifica-se que, pela condutividade elétrica, o teor intermediário resultou em semente de melhor vigor, embora o de maior teor de fósforo tenha sido o pior. Pelo teste de envelhecimento acelerado, apesar da interação P na semente x P no solo (Tabela 6), o teor intermediário de P na semente mostrou-se semelhante aos demais teores de P; por esse teste, as sementes contendo maior teor de P e que receberam a maior dose de P (150 kg .

ha⁻¹) via solo resultaram em produção de semente com menor vigor. Esses resultados mostram que após o armazenamento, independente do teor inicial de P, a semente da cv. IAC-Carioca Tybatã produzida sob doses de 150 kg . ha⁻¹ de P₂O₅ no solo apresentou menor vigor, mas na ausência do P a qualidade foi melhor, mostrando que altas quantidades de P na adubação podem não ser favoráveis à qualidade fisiológica da semente quando armazenada. Kikuti et al. (2006) não encontraram efeito das doses de P aplicado no solo para a maioria das avaliações de qualidade fisiológica antes e após armazenamento da semente.

Pelas características avaliadas na semente, verificou-se que, para ambas as cultivares Carioca Precoce e 'IAC-Carioca Tybatã', a aplicação de P via solo, apesar de ter ocasionado aumento no teor de P na semente, não favoreceu a qualidade fisiológica. Esses resultados diferem dos obtidos por outros autores (Vieira, 1986; Teixeira et al., 1999 e Araújo et al., 2002) que observam melhor desempenho da semente de feijoeiro com maior teor de P. Tais diferenças podem ser devidas às cultivares ou aos teores estudados de P da semente.

CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica da semente colhida não é favorecida pelo teor de fósforo na semente semeada nem pela sua disponibilidade no solo, embora esses ocasionem algumas alterações nos teores de nutrientes da semente.

TABELA 5. Teor de água (TA), germinação (GE), primeira contagem (PC), teor de água do envelhecimento acelerado (TAEA), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas no campo (EC) das sementes de feijão cultivar IAC Carioca Tybatã em função do teor de fósforo na semente (P₁, P₂, P₃) e doses de fósforo no solo (zero, 90, 150 kg . ha⁻¹), em janeiro de 2004 e janeiro de 2005. Botucatu, SP, 2005.

Tratamento	TA	GE	PC	EA	CE	EC
	-----%-----				(□S cm ⁻¹ . g ⁻¹)	(%)
P na semente	Janeiro de 2004					
P ₁	7,8	95 a	94 a	83 a	85,00 a	89a
P ₂	8,2	93 a	92 a	73 a	83,36 a	92a
P ₃	8,4	94 a	93 a	71 a	85,27 a	89a
P no solo						
0	8,0	97 A	96 A	74 A	80,67 A	91A
90	7,9	92 A	90 A	83 A	83,21 A	91A
150	8,5	93 A	92 A	70 A	89,74 A	89A
CV (%)	6,92	9,82	9,84	18,72	12,45	6,21
P na semente	Janeiro de 2005					
P ₁	10,6 a	97 a	91 a	-	102,08 ab	89 a
P ₂	10,9 a	97 a	93 a	-	100,80 b	93 a
P ₃	9,2 b	97 a	90 a	-	110,76 a	90 a
P no solo						
0	10,5 A	99 A	94 A	-	95,35 B	91 A
90	9,9 A	98 AB	93 A	-	107,53 A	91 A
150	10,4 A	96 B	87 B	-	110,75 A	89 A
CV (%)	7,13	2,76	6,80	-	10,22	5,60

P₁= 2,87 g . kg⁻¹; P₂= 3,35 g . kg⁻¹; P₃= 3,94 g . kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra na coluna, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%.

TABELA 6. Desdobramento da interação de teores de fósforo na semente x doses de fósforo no solo para envelhecimento acelerado em semente de feijão cultivar IAC Carioca Tybatã em 01/2005. Botucatu, SP, 2005.

Teor de P na semente	Teor de P na semente		
	P ₁	P ₂	P ₃
	Envelhecimento acelerado (%)		
0	74 aA	76 aAB	83 aA
90	84 aA	79 aA	80 aA
150	79 aA	67 abB	59 bB

P₁= 2,87 g . kg⁻¹; P₂= 3,35 g . kg⁻¹; P₃= 3,94 g . kg⁻¹

Médias seguidas de mesma letra, minúscula para P na semente e maiúscula para P no solo, não diferem pelo teste Tukey, a 5%.

REFERÊNCIAS

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.; AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p.194-5 (Boletim técnico,100).

ANDRADE, C. A. de B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15 ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists Inc., 1990. 684p.

- ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G.; LIMA, E. R. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.183-189, 2002.
- ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.233-248.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Columbus, v.28, p.350-356, 1956.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999. 412p.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. V.; STONE, L. F. Resposta do feijão a adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 8-9, 2003.
- GNIAZDOWSKA, A.; KRAWCZEK, A.; MIKULSKA, M.; RYCHTER, A. M. Low phosphorus nutrition alters bean plants ability to assimilate and translocate nitrate. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 22, p.278-89, 1999.
- KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B. de; KIKUTI, A. L. P.; PEREIRA, C. E. Qualidade de sementes de genótipos de feijão em função da adubação. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.37, n.1, p.37-43, 2006.
- LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S. de; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. da. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.319-326, 2004.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24. (Capítulo?)
- MEIRELES, E.J.L.; VIEIRA, E.H.N.; SILVA, S.C. Clima e produção In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (Ed) **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.53-63.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 48-85.
- OLIVEIRA, J.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1988. p. 175-212.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.
- SA, M.E. Importância adubação na qualidade de sementes. In: SA, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.65-98.
- SGARBIERI, V.C. Composição e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E. A. (Coord) **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.257-316.
- SILVA, R.J.S.; VAHL, L.C. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada num Neossolo Litólico Distrófico da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.129-132, 2002.
- SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugar. *Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v.160, p.61-63, 1945.
- TEIXEIRA, I. R. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, 2000.
- TEIXEIRA, M.G.; ARAÚJO, A.P. Aumento do teor de P em sementes de feijoeiro através da adubação foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. Resumos expandidos. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.756-59.
- TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; ARAÚJO, A.P.; FRANCO, A.A. Effect of seed phosphorus concentration on nodulation and growth of three common bean cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v.22, p.1599-1611, 1999.
- VIEIRA, R.A. Teste de condutividade elétrica. In VIEIRA, R.

D., CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VIEIRA, R.F. Influência de teores de fósforo no solo sobre a composição química qualidade fisiológica e desempenho no campo de feijão. (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.186, p.173-188, 1986.

YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA., E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de feijão: Produção, uso e

comercialização. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (Ed.) **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.249-270.

ZUCARELI, C.; RAMOS JÚNIOR, E.U.; BARREIRO, A.P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n.1, p.05-15, 2006.