

Qualidade da semente de feijão armazenada após dessecação química das plantas, em quatro estádios de aplicação

Mpanzo Domingos*, Antônio Alberto da Silva e José Francisco da Silva

Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571, Viçosa-Minas Gerais, Brazil.* Author for correspondence.

RESUMO. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência da dessecação química do feijoeiro na qualidade da semente armazenada. Plantas do cultivar Carioca foram dessecadas, com o uso dos herbicidas paraquat (400g i.a./ha) e a mistura paraquat + diquat (250g i.a./ha + 150g i.a./ha), ambos na dose de 2 L/ha pc. e volume de calda de 300 L/ha, aos 26, 29, 33 e 36 dias após a floração (DAF). Após a colheita, as sementes foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas durante 120 dias em câmara fria (70% UR e $10 \pm 1^\circ\text{C}$). Avaliou-se a qualidade das sementes aos zero, 60 e 120 dias de armazenamento pelo teste de germinação (TPG), pelo índice de velocidade de emergência (IVE) e pelo método de papel de filtro ou “blotter test”. Durante o armazenamento não houve evidências de perda de qualidade da semente associada à aplicação de paraquat e mistura paraquat + diquat. A dessecação realizada quando as sementes estavam com umidade de 37-26% (29-33 DAF) contribuiu para a manutenção de alta qualidade da semente armazenada.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, paraquat, diquat, germinação.

ABSTRACT. Bean plant chemical desiccation effects on seed storage quality. The effects of bean plant chemical desiccation on seed storage quality were evaluated in this research. Paraquat (400g a.i./ha) and paraquat + diquat (250g a.i./ha + 150g a.i./ha) were applied, at the dose of 2L/ha of c.p. at 26, 29, 33 and 36 days after flowering (DAF). During storage (70% and $10 \pm 1^\circ\text{C}$), germination (standard test), vigor (germination speed) and fungi occurrence were evaluated at zero, 60 and 120 days. No evidence of loss in the seed quality was found after the desiccation with paraquat and paraquat + diquat. In desiccation with seed moisture content of 37-26% (29-33 DAF) the stored seed high quality was maintained.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, paraquat, diquat, germination.

No Brasil, até a década de 80 havia pouco interesse por parte de empresários agrícolas em produzir sementes de feijão, pois a cultura se restringia aos pequenos agricultores que usavam grãos de suas lavouras para semeaduras subsequentes. Com o advento do cultivo de inverno sob pivô-central, cresce cada vez mais o interesse de grandes e médios produtores pela produção de sementes de feijão.

No sistema de produção é comum armazenar sementes de feijão para serem utilizadas na safra seguinte. No entanto, seu potencial de armazenamento pode ser comprometido pela ação de fatores ambientais e biológicos durante a formação da semente, além da inadequação de métodos de colheita e práticas de manejo pós-colheita (Moreno-Martínez *et al.*, 1994).

A época de colheita é bastante crítica quando se pretende obter sementes com maior potencial de armazenamento. Em várias culturas, a maturidade fisiológica, normalmente definida como o instante em que as sementes atingem o máximo de matéria seca (Harrington, 1972), vem sendo considerada inconsistente com a aquisição da capacidade máxima para germinação (Rasyad *et al.*, 1990; Kameswara Rao *et al.*, 1991 e Hay e Proberts, 1995). Por esta razão, alguns pesquisadores preferem adotar outros termos, como “fase de maturação” e “fase pós-maturação”, para distinguir o período de desenvolvimento da semente antes do ponto de máximo acúmulo de reservas daquele que ocorre depois desse fenômeno (Ellis e Pietta Filho, 1992; Hay e Proberts, 1995).

Existe uma relação entre época de colheita e potencial de armazenamento. Todavia, o momento

em que a semente adquire o seu potencial máximo para o armazenamento varia em razão da cultura, do cultivar e do manejo dispensado à lavoura. Nas gramíneas, o potencial máximo de armazenamento pode ocorrer antes (Ellis e Roberts, 1981), durante (Rasyad *et al.*, 1990) ou após a maturidade fisiológica (Kameswara Rao *et al.*, 1991). Além disso, a resposta de sementes ortodoxas à secagem depende das condições da dessecação. Diversas sementes, embora adaptadas às condições de baixa umidade interna para sua sobrevivência (Hong *et al.*, 1997), não toleram a dessecação rápida (Hopkinson e English, 1988) e/ou dessecação extrema (Hong e Ellis, 1992).

Pesquisas recentes sugerem que os carboidratos solúveis induzem a formação de estruturas vítreas, à medida que a semente perde água e que este estágio de alta viscosidade (10^{12} a 10^{14} Pas) minimiza as reações deteriorativas (Sun *et al.*, 1994; Sun e Leopold, 1994; Bernal-Lugo e Leopold, 1995; Leprince e Vertucci, 1995; Sun, 1997). Sun e Leopold (1994) e Leprince e Vertucci (1995) demonstraram que, na soja e no feijão, respectivamente, o armazenamento das sementes no estágio vítreo faz com que os processos deteriorativos, como a liberação de radicais livres e a hidrólise de açúcares, sejam efetivamente inibidos.

Nesse caso, o ideal seria proceder à colheita da semente na maturidade quando a qualidade fisiológica é máxima. No entanto, é necessário reduzir o grau de umidade das sementes a níveis compatíveis com a sua operação e preservação. Assim, a aplicação de dessecantes é uma técnica bastante interessante na solução deste problema. Além disso, a aplicação de dessecantes pode acelerar a senescência da planta, permitindo a antecipação e o planejamento da colheita junto com outras vantagens, tais como: a maior eficiência no funcionamento das colheitadeiras, a menor interferência de plantas daninhas na colheita e a melhor qualidade do produto.

No feijão-de-vagem, alguns trabalhos experimentais indicaram que o paraquat (590g i.a./ha) e o diquat (560g i.a./ha) foram eficientes na dessecação do feijão (Hole e Hardwick, 1978). Eles são herbicidas que atuam por contato, não seletivos, e geram superóxido durante a fotossíntese, provocando danos nas membranas celulares e no citoplasma (Babbs *et al.*, 1989; Moyer *et al.*, 1996).

Trabalhos realizados recentemente permitiram inferir que o paraquat (400g i.a./ha) e a mistura paraquat + diquat (250g i.a./ha + 150g i.a./ha) possuem um potencial de uso na dessecação do feijoeiro (Domingos *et al.*, 1997 e Silva *et al.*, 1999). Dada a natureza e o modo de ação desses produtos,

são necessárias pesquisas sobre possíveis danos latentes, os quais poderiam encurtar a longevidade da semente.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar se a dessecação química do feijoeiro com paraquat e mistura paraquat + diquat poderia prejudicar o potencial de armazenamento das sementes.

Material e métodos

Este trabalho foi conduzido na sequência do trabalho realizado no ano agrícola de 1994/1995, em Coimbra-MG, e objetivou selecionar dessecantes para a cultura do feijão e encontrar a época ideal para sua aplicação (Domingos *et al.*, 1997).

Para o efeito, plantas de feijão do cultivar carioca foram dessecadas com os herbicidas paraquat (400g i.a./ha) e mistura paraquat + diquat (250g i.a./ha + 150g i.a./ha), ambos na dosagem de 2L/ha do produto comercial (pc) e volume de calda de 300L/ha. A aplicação foi realizada aos 26, 29, 33 e 36 dias após a floração plena (DAF), quando as sementes apresentam-se com umidade de 42, 37, 26 e 21%, respectivamente. Em cada estágio de aplicação havia uma testemunha (plantas secas em condições de ambiente) que foi colhida simultaneamente com as plantas dessecadas quimicamente.

A colheita das plantas foi realizada oito dias após a aplicação dos produtos, isto é, aos 34, 38, 41 e 44 DAF. Em seguida, as plantas foram colocadas para secar em terreiro, até suas sementes atingirem o grau de umidade de 12-13% (b.u.), quando efetuou-se a debulha manual. Após os processos de beneficiamento, foram realizadas avaliações da qualidade fisiológica das sementes que resultaram na seleção dos dessecantes paraquat e mistura paraquat + diquat (Domingos *et al.*, 1997). Em seguida, as sementes de tratamentos eleitos mais a testemunha foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas durante 120 dias em câmara fria (70% UR e $10 \pm 1^\circ\text{C}$).

A qualidade das sementes foi avaliada, aos zero, 60 e 120 dias de armazenamento, pelo teste de germinação (TPG), pelo índice de velocidade de emergência (IVE) e pelo teste de sanidade ou *blotter test*.

O teste de germinação (TPG) foi realizado com oito sub-amostras de 25 sementes por repetição de campo. Essas sementes foram colocadas em rolos de papel "Germitest" e, em seguida, em germinador, à temperatura constante de 25°C . A avaliação do teste foi realizada aos cinco e nove dias após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas

normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi avaliado em casa de vegetação, em leito de areia úmida, previamente lavada e esterilizada com brometo de metila, utilizando-se quatro sub-amostras de 100 sementes por repetição de campo. Realizaram-se contagens diárias de plântulas normais, até que o número de plântulas emergidas fosse constante. Foram consideradas plântulas emergidas aquelas que apresentavam os cotilédones acima do nível da areia e com plúmula visível. O índice de velocidade de emergência foi determinado de acordo com a relação proposta por Maguire (1962).

O teste de sanidade ou *blotter test* foi instalado utilizando-se 200 sementes por repetição de campo, divididas em oito sub-amostras de 25, desinfetadas superficialmente em álcool (70%) por um minuto, hipoclorito de sódio (2%) por um minuto e, posteriormente, lavadas em água desmineralizada e autoclavada. As sementes foram distribuídas em caixas plásticas do tipo gerbox lavadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio (2%), contendo três folhas de papel-filtro autoclavadas e embebidas em solução aquosa contendo estreptomicina (12,5%). As caixas foram mantidas em ambiente de laboratório por sete dias e, após este período, procedeu-se à identificação e quantificação de fungos, com o auxílio de microscópio estereoscópico, conforme a metodologia proposta por Neergaard (1979).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com tratamentos dispostos no arranjo fatorial (3 x 4), com quatro repetições. Os dados coletados em cada período de armazenamento foram submetidos à análise de variância, exceto para os referentes à qualidade sanitária. A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Gomes, 1990).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 observou-se que antes e após o armazenamento das sementes por 60 e 120 dias, a germinação das sementes de plantas dessecadas com paraquat e com a mistura paraquat + diquat não diferiu significativamente entre si e em relação à germinação observada em sementes de plantas secas em condições de ambiente. Antes do armazenamento das sementes, notou-se que, independentemente do dessecante utilizado, em comparação com os demais estádios, o menor porcentual de germinação das sementes foi observado aos 26 DAF. Todavia, aos 60 e 120 dias de armazenamento o menor porcentual de germinação

foi observado no estádio de 36 DAF. A baixa taxa de emergência das plântulas observada na colheita precoce (26 DAF) pode estar associada à menor uniformidade na maturação das vagens (Domingos *et al.*, 1997), enquanto que na colheita tardia, tal fato pode estar relacionado à exposição prolongada das sementes às condições adversas do ambiente de campo (Popinigis, 1975; Silva *et al.*, 1975; Carvalho e Nakagawa, 1983; Silva *et al.*, 1999).

Tabela 1. Valores médios da germinação das sementes de feijão, do cultivar Carioca, com e sem aplicação de dessecantes, em quatro estádios de aplicação e três períodos de armazenamento (Coimbra, Minas Gerais, 1994/95)¹

Dessecantes	Estádios de aplicação (DAF)	Período de armazenamento (dias)		
		0	60	120
		----- % -----		
Testemunha ²	26	88	86	78
	29	94	90	86
	33	93	84	84
	36	92	78	75
Paraquat	26	91	89	86
	29	98	92	87
	33	97	87	85
	36	93	79	79
Paraquat + diquat	26	90	90	85
	29	94	91	90
	33	93	88	87
	36	93	78	79
Testemunha		92 a	85 a	81 a
Paraquat		95 a	86 a	84 a
Paraquat + diquat		93 a	87 a	85 a
	26	90 B	88 A	83 A
	29	95 A	91 A	88 A
	33	94 A	86 A	85AB
	36	93 A	78 B	78 B
CV (%)		2,07	3,80	3,75

¹Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula (estádios) e minúscula (dessecantes) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ²Plantas secas em condições de ambiente

Em todos os períodos de armazenamento houve interação significativa entre dessecantes e estádios de aplicação no vigor das sementes, avaliada pelo índice de velocidade de emergência (Tabela 2). Antes do armazenamento, observou-se que, aos 26 e 36 DAF, as sementes de plantas dessecadas com paraquat e mistura paraquat + diquat apresentaram índice de velocidade de emergência maior que o de plantas secas em condições de ambiente; aos 29 e 33 DAF tanto as sementes provenientes de plantas dessecadas quimicamente quanto as que foram obtidas de plantas secas em condições de ambiente não diferiram entre si quanto ao vigor, avaliado pelo IVE. Nas sementes obtidas de plantas dessecadas com paraquat e mistura paraquat + diquat, os estádios de aplicação não influenciaram o IVE; no entanto, quando as sementes provieram de plantas secas em

condições naturais houve redução do vigor no estágio de 26 DAF.

Tabela 2. Valores médios de vigor (índice de velocidade de emergência), das sementes de feijão, do cultivar Carioca, com e sem aplicação de dessecantes, em quatro estádios de aplicação e três períodos de armazenamento (Coimbra, Minas Gerais, 1994/95)¹

Dessecantes	Estádios de aplicação (DAF)	Período de armazenamento (dias)		
		0	60	120
		----- % -----		
Testemunha ²	26	13,95 Bb	13,55 Cb	13,04 Ab
	29	16,12 Aa	16,05 Aa	14,35 Aa
	33	16,12 Aa	14,68 BCb	14,41 Aa
	36	15,42 Ab	14,80 Ba	10,22 Bb
Paraquat	26	15,70 Aa	15,85 Aa	14,56 Aa
	29	16,15 Aa	16,20 Aa	15,73 Aa
	33	16,30 Aa	16,30 Aa	15,40 Aa
	36	15,75 Aab	15,12 Ba	14,27 Aa
Paraquat + diquat	26	15,60 Aa	16,00 Aa	14,96 ABa
	29	16,28 Aa	16,38 Aa	15,91 Aa
	33	16,03 Aa	16,20 Aa	15,15 ABa
	36	16,32 Aa	15,88 Aa	13,71 Ba
Testemunha		15,41	14,77	13,00
Paraquat		15,98	15,87	15,00
Paraquat + diquat		16,06	16,11	15,00
	26	15,08	15,13	14,19
	29	16,18	16,21	15,33
	33	16,15	15,72	14,99
	36	15,83	15,27	12,73
CV (%)		2,32	3,83	6,04

¹Na coluna, as médias seguidas da mesma letra maiúscula (estádios) e minúscula (dessecantes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ²Plantas secas em condições de ambiente

Aos 60 dias de armazenamento, as sementes de plantas dessecadas com paraquat e mistura paraquat + diquat, aos 26 e 36 DAF, continuaram a apresentar IVE maior que o de plantas secas em condições de ambiente; já aos 29 e 33 DAF os dessecantes não apresentaram diferenças significativas entre si no IVE. Quanto ao estágio de aplicação, nas sementes de plantas secas em condições de ambiente, os maiores índices de velocidade de emergência foram observados aos 29 e 33 DAF; todavia, nas plantas dessecadas com o paraquat e com a mistura paraquat + diquat as sementes não diferiram quanto ao IVE nos diferentes estádios de aplicação (Tabela 2).

Aos 120 dias de armazenamento, observou-se igualmente que, na dessecação realizada aos 29 e 33 DAF, os efeitos dos dessecantes no IVE foram estatisticamente semelhantes. Todavia, na dessecação feita aos 26 e 36 DAF, as sementes provenientes de plantas dessecadas com paraquat e mistura paraquat + diquat apresentaram IVE maior que o de plantas secas em condições de ambiente. Com respeito ao estágio de aplicação, as sementes de plantas secas em condições de ambiente e as de plantas que foram

dessecadas com a mistura paraquat + diquat, o vigor foi prejudicado aos 36 DAF. Contudo, nas plantas dessecadas com paraquat o IVE não foi significativamente influenciado pelos estádios de aplicação (Tabela 2).

Nesse trabalho, os resultados observados no IVE antes do armazenamento, nas sementes de plantas dessecadas com paraquat e mistura paraquat + diquat, corroboram com os índices de vigor apresentados em trabalho anterior (Domingos *et al.*, 1997). Durante o armazenamento, observou-se que o vigor manteve a tendência observada inicialmente, com maior consistência na dessecação realizada aos 29 e 33 DAF.

De modo geral, houve baixa incidência de fungos nas sementes obtidas em todo o experimento (Tabela 3). Este fato devendo-se à aplicação sequencial do fungicida Clorotalonil, em caráter preventivo. No entanto, houve uma tendência de maior frequência de patógenos em sementes obtidas de plantas secas em condições de ambiente. Na soja (Durigan e Carvalho, 1980) e no feijão-de-vagem (Abawi *et al.*, 1977; Hernández, 1985), a dessecação química reduziu o grau de infecção de sementes por patógenos. A dessecação química modifica o microclima do dossel da cultura, pela redução da umidade relativa, o que provavelmente contribui para a diminuição do grau de infecção de vagens e sementes por patógenos.

Tabela 3. Porcentagem de sementes infectadas por *Fusarium* sp. (Fsp), *Alternaria* sp. (Altsp), *Colletotrichum* sp. (Csp), *Aspergillus* sp. (Asp) e *Penicillium* sp. (Psp) em função da aplicação ou não de dessecantes e períodos de armazenamento (Coimbra, Minas Gerais, 1994/95)

Dessecantes	PA ¹ (Dias)	Fsp	Altsp	Csp	Asp	Psp	Total
Testemunha ²	0	8,0	5,5	2,5	1,0	1,0	18,0
	60	4,5	3,0	2,5	3,0	2,0	15,0
	120	3,0	3,5	1,0	8,0	2,5	18,0
Paraquat	0	5,0	0,0	1,5	0,5	0,0	7,0
	60	0,0	1,5	0,5	0,0	0,0	2,0
	120	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	2,0
Paraquat + diquat	0	4,0	0,0	0,5	1,0	0,0	5,5
	60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	120	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,5

¹Período de armazenamento; ²Plantas secas em condições de ambiente

Pela Tabela 4, observou-se que durante o armazenamento os fungos “de campo” sofreram redução. Aplicações tardias de dessecantes retardaram a colheita, aumentando o grau de incidência de patógenos nas sementes. Todavia, Dhingra *et al.* (1979) não observaram na soja efeitos de retardamento da colheita sobre o grau de infecção de sementes por patógenos.

Por ordem do grau de incidência, os principais fungos “de campo” isolados das sementes foram *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Alternaria* sp. Dentre

os fungos de armazenamento, observou-se o *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., os quais tiveram a frequência aumentada durante o armazenamento das sementes, fato este esperado (Tabela 4).

Tabela 4. Porcentagem de sementes infectadas por *Fusarium* sp. (Fsp), *Alternaria* sp. (Altsp), *Colletotrichum* sp. (Csp), *Aspergillus* sp. (Asp) e *Penicillium* sp. (Psp) em função dos estádios de aplicação de dessecantes e períodos de armazenamento (Coimbra, Minas Gerais, 1994/95)

Estádios de Aplicação (DAF)	PA ¹ (Dias)	Fsp	Altsp	Csp	Asp	Psp	Total
26	0	5,0	2,0	3,0	0,5	0,0	10,5
	60	3,0	2,5	1,5	1,0	0,0	8,0
	120	1,5	2,0	0,5	0,5	0,0	4,5
29	0	3,0	2,0	2,5	0,0	0,0	7,5
	60	0,5	0,5	1,0	0,0	0,0	2,0
	120	2,5	0,0	0,5	0,5	0,0	3,5
33	0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
	60	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
	120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	0	8,0	1,5	1,0	3,0	1,0	14,5
	60	1,0	1,0	0,5	2,0	2,0	6,5
	120	1,5	2,0	0,5	7,0	2,5	13,0

¹Período de armazenamento

De modo geral, os resultados desse trabalho não evidenciaram efeitos prejudiciais de paraquat e mistura paraquat + diquat, como dessecantes, na qualidade da semente de feijão armazenada. Muito pelo contrário, sua eficiência na preservação das qualidades fisiológica e sanitária da semente foi notória, mesmo em colheitas precoce (26 DAF) e tardia (36 DAF). Aplicações desses dessecantes, realizadas quando as sementes atingiram 37-26% de umidade, isto é, aos 29 e 33 DAF, contribuíram consistentemente na conservação das sementes armazenadas.

Referências bibliográficas

- Abawi, G.S.; Crosier, D.C.; Cobb, A.C. Pod-flecking of snap beans caused by *Alternaria alternata*. *Plant Dis. Rep.*, 61(11):901-905, 1977.
- Babbs, C.F.; Pham, J.A.; Coolbaugh, R.C. Lethal hydroxyl radical production in paraquat-treated plants. *Plant Physiol.*, 90(4):267-1270, 1989.
- Bernal-Lugo, I.; Leopold, A.C. Seed stability during storage: raffinose content and seed glassy state. *Seed Sci. Res.*, 5(2):75-80, 1995.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983.
- Dhingra, O.; Sediya, T.; Sediya, T. Effect of planting and harvest time on seed infection of soybean by *Phomopsis sojae* and *Fusarium semitectum*. *Fitopatol. Bras.*, 4(3):467-472, 1979.
- Domingos, M.; Silva, A.A. da; Silva, R.F. da. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes, em quatro estádios de aplicação. *Rev. Bras. Sem.*, 19(2):276-283, 1997.
- Durigan, J.C.; Carvalho, N.M. Aplicação em pré-colheita de dessecante em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). II. Efeitos sobre a incidência de fungos nas sementes. *Planta Daninha*, 3(2):115-121, 1980.
- Ellis, R.H.; Pieta Filho, C. Seed development and cereal seed longevity. *Seed Sci. Res.*, 2(1):9-15, 1992.
- Ellis, R.H.; Roberts, E.H. An investigation into possible effects of ripeness and repeated threshing on barley seed longevity under six different storage environments. *Ann. Bot.*, 48(3):93-96, 1981.
- Gomes, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Nobel, 1990.
- Harrington, J.F. Seed storage and longevity. In: Kolowski, T.T. (ed.). *Seed biology*. New York: Academic Press, 1972. p.145-245.
- Hay, F.R.; Proberts, R.J. Seed maturity and effects of different drying conditions on desiccation tolerance and seed longevity in foxglove (*Digitalis purpurea* L.). *Ann. Bot.*, 76(6):639-647, 1995.
- Hernández, G.R.L. *Efeitos de ethephon e do clorato de sódio sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, 1985. (Master's Thesis in Agronomy) - Universidade Federal de Viçosa.
- Hole, C.C.; Hardwick, R.C. Chemical aids to drying seeds of bean (*Phaseolus vulgaris*) before harvest. *Ann. Appl. Biol.*, 88(3):421-424, 1978.
- Hong, T.D.; Ellis, R.H. Development of desiccation tolerance in Norway maple (*Acer platanoides* L.) seed during maturation drying. *Seed Sci. Res.*, 2(4):169-172, 1992.
- Hong, T.D.; Ellis, R.H.; Moore, D. Development of a model to predict the effect of temperature and moisture on fungal spore longevity. *Ann. Bot.*, 79(3):121-128, 1997.
- Hopkinson, J.M.; English, B.H. Effects of different drying patterns on quality of seed of some tropical pasture grasses. *Seed Sci. Technol.*, 16(2):361-369, 1988.
- Kameswara Rao, N.; Appa Rao, S.; Mengesha, M.H.; Ellis, R.H. Longevity of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) seeds harvested at different stages of pod maturity. *Ann. Appl. Biol.*, 119(1):97-103, 1991.
- Leprince, O.; Vertucci, C.W. A calorimetric study of the glass transition behaviors in axes of bean seeds with relevance to storage stability. *Plant Physiol.*, 109(4):1471-1481, 1995.
- Maguire, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, 2(2):176-177, 1962.
- Moreno-Martinez, E.; Vásquez-Badillo, M.E.; Navarrete-Maya, R.; Ramírez-Gonzalez, J. Seed viability of different varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under low and high relative humidity. *Seed Sci. Technol.*, 22(2):195-202, 1994.
- Moyer, J.R.; Acharya, S.N.; Fraser, J.; Richards, K.W.; Foroud, N. Desiccation of alfafa for seed production

- with diquat and glufosinate. *Can. J. Plant Sci.*, 76(3):435-439, 1996.
- Neegaard, P. *Seed pathology*. London: The McMillan Press, 1979. v.1.
- Popinigis, F. Qualidade fisiológica de sementes. *Semente*, 1:65-80, 1975.
- Rasyad, A.; Van-Sanford, D.A.; Tekrony, D.M. Changes in seed viability and vigor during wheat seed maturity. *Seed Sci. Technol.*, 18(2):259-267, 1990.
- Silva, A.A.; Domingos, A.A.; Cardoso, A.A. Efeitos do paraquat e da mistura paraquat + diquat, como desseccantes, aplicados em diferentes épocas, no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes de feijão. *Rev. Ceres*, 46(265): 239-250, 1999.
- Silva, C.M. da; Vieira C.; Sedyama, C.S. Qualidade fisiológica das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) colhidas em diferentes períodos após a fecundação do óvulo. *Rev. Ceres*, 22(122): 264-271, 1975.
- Sun, W.Q. Glassy state and seed storage stability: the WLF kinetics of seed viability loss at $T > T_g$ and the plasticization effect of water on storage stability. *Ann. Bot.*, 79(3):291-29, 1997.
- Sun, W.Q.; Leopold, A.C. Glassy state and seed storage stability: a viability equation analysis. *Ann. Bot.*, 74(6):601-604, 1994.
- Sun, W.Q.; Irving, T.C.; Leopold, A.C. The role of sugar, vitrification and membrane phase transition in seed desiccation tolerance. *Physiol. Plant.*, 90(3):621-628, 1994.

Received on May 31, 2000.

Accepted on July 30, 2000.