

Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita

Alessandro de Lucca e Braccini*, Leandro Paiola Albrecht, Marizangela Rizzatti Ávila, Carlos Alberto Scapim, Francis Eduardo Idenaga Bio e Sandra Regina Pelegrinello Schuab

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: albraccini@uol.com.br

RESUMO. O presente trabalho foi realizado com objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja colhidas em duas épocas, na região de Maringá-PR. As sementes provenientes de 15 cultivares de soja, colhidas na época normal (estádio R₈) e após 30 dias de retardamento da colheita foram submetidas aos testes para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária. As cultivares avaliadas foram as seguintes: BRS 132, BRS 155, BRS 183, BRS 184 (provenientes da Embrapa Soja - Londrina, PR), CD 202, CD 203, CD 206, CD 207, CD 208, CD 210 (provenientes da Coodetec - Cascavel, PR), M-SOY 5942, M-SOY 6101, M-SOY 6302, M-SOY 7101 e M-SOY 7501 (provenientes da Monsoy - Rolândia, PR). Em laboratório, as sementes provenientes das diferentes épocas de colheita foram avaliadas por meio dos testes de germinação (primeira contagem e contagem final), de envelhecimento acelerado, de frio modificado, de tetrazólio (1-5 e 1-3), de emergência em leito de areia e de sanidade (método do papel-filtro ou 'blotter test'). Houve diferença de comportamento entre as cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita. Observou-se redução significativa ($p < 0,05$) na porcentagem de germinação das sementes das quinze cultivares avaliadas com o retardamento da colheita. Nem sempre as cultivares com melhor qualidade de sementes na colheita realizada na época normal apresentaram maior tolerância à deterioração com o retardamento da época de colheita. A redução na germinação e vigor das sementes com o retardamento da colheita esteve associada ao aumento na porcentagem de sementes infectadas por microorganismos.

Palavras-chave: soja, sementes, retardamento da colheita, qualidade fisiológica.

ABSTRACT. Physiological and health seed quality of fifteen soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars harvested at R₈ stage of development and after delayed harvest. The present work was carried out with the purpose to evaluate physiological and health seed quality of fifteen soybean cultivars at two harvest times, in Maringá, state of Paraná, Brazil. The seeds of fifteen-soybean cultivars, harvested at R₈ stage of development and after 30 days of delayed harvest, were submitted to physiological and health seed tests in laboratory. The evaluated soybean cultivars were the following: BRS 132, BRS 155, BRS 183, BRS 184 (from Embrapa Soja - Londrina, PR), CD 202, CD 203, CD 206, CD 207, CD 208, CD 210 (from COODETEC - Cascavel, state of Paraná, Brazil), M-SOY 5942, M-SOY 6101, M-SOY 6302, M-SOY 7101 and M-SOY 7501 (from MONSOY - Rolândia, state of Paraná, Brazil). In the laboratory, seeds harvested at different times were evaluated by mean of standard germination test (first and final count), accelerated aging test, modified cold test, tetrazolium test (1-5 e 1-3), at emergence in sand seedbed and health test (blotter test). There was difference of delayed harvest tolerance behavior among soybean cultivars. Significant reduction ($p < 0,05$) was observed in seed germination percentage of the fifteen cultivars evaluated for delayed harvest. The best seed quality cultivars harvested at R₈ stage of development did not often show higher tolerance to seed deterioration in the field with delayed harvest time. The reduction in seed germination and vigor with delayed harvest was associated to the increase of seed borne fungi infection percentage.

Key words: soybean, seed, delayed harvest, physiological quality.

Introdução

A cultura da soja foi introduzida no Brasil no final do século 19, tendo apresentado maior expressão a partir do final da década de 40, quando cerca de 18.000 toneladas produzidas no Estado do Rio Grande do Sul constituíram a primeira exportação nacional de soja (Marcos Filho *et al.*, 1982). Desde então, ocorreu crescimento gradual da área cultivada, do rendimento e, conseqüentemente, da produção total.

Atualmente, a cultura da soja está distribuída em praticamente todas as regiões do território brasileiro, em virtude do grande avanço nos trabalhos de pesquisa, sendo a previsão para safra 2001/02 de, aproximadamente, 42 milhões de toneladas, representando cerca de 20% da produção mundial, o que consolida o país como o segundo maior produtor dessa oleaginosa (Embrapa Soja, 2001).

Para a obtenção de maiores rendimentos por área, é indispensável, dentre as técnicas de cultivo recomendadas, a utilização de sementes de elevada qualidade (Embrapa Soja, 2000). Entende-se por qualidade da semente a soma de diversos atributos que contribuem para obtenção de plântulas mais vigorosas, que apresentam rápida emergência no campo, além de proporcionar crescimento das plantas e florescimento mais uniforme, possibilitando, assim, garantia de produção em termos quantitativos e qualitativos. Entre esses atributos, encontram-se aqueles de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (Popinigis, 1985).

A qualidade fisiológica das sementes é a sua capacidade de desempenhar funções vitais caracterizadas pela germinação, vigor e longevidade (Bewley e Black, 1994). Dentre os fatores que interferem na produção de sementes de soja, com elevada qualidade fisiológica, destacam-se: a definição da época de semeadura, a determinação de regiões mais favoráveis à produção de sementes, a utilização de cultivares com melhor qualidade de semente, a colheita no momento adequado, os danos mecânicos, o ataque de percevejos, a infecção causada por microorganismos patogênicos e as condições de armazenamento (França Neto *et al.*, 1984; Henning *et al.*, 1985; Motta *et al.*, 2000).

De acordo com Carter e Hartwig (1967), um dos objetivos do melhoramento vegetal é a seleção de genótipos com melhor qualidade de sementes e resistência a danos causados por intempéries no período de maturação. Contudo, tem-se verificado que algumas cultivares de soja, apesar de altamente produtivas, apresentam problemas de qualidade de

sementes, dificultando, assim, a sua recomendação (Silva *et al.*, 1970).

É reconhecido que a máxima qualidade das sementes de soja é alcançada por ocasião da maturidade fisiológica, coincidindo com o máximo acúmulo de matéria seca, de vigor e de germinação (Marcos Filho, 1979; Popinigis, 1985). Por outro lado, o processo de deterioração inicia-se na maturidade fisiológica, com maior agravamento quando a umidade das sementes decresce a níveis inferiores a 25% (Mondragon e Potts, 1974). No ponto de maturidade fisiológica, o elevado grau de umidade das sementes impede a colheita mecanizada da soja. Dessa forma, as sementes permanecem “armazenadas no campo” até atingir o grau de umidade adequado para a colheita mecânica. Nesse período de “armazenamento a campo” raramente as condições climáticas são favoráveis à manutenção da qualidade das sementes (França Neto e Henning, 1984).

O período de permanência das sementes de soja no campo, após a maturidade fisiológica, é fator importante na deterioração ou mesmo na perda do vigor. Segundo Green *et al.* (1965), condições ambientais adversas no período de maturação constituem fatores que influenciam diretamente na obtenção de sementes de melhor qualidade. Nesse contexto, Vieira *et al.* (1982) constataram que baixas temperaturas favorecem a qualidade das sementes e que condições quentes e úmidas, com excesso de precipitação pluviométrica, podem comprometer severamente a germinação e o vigor das sementes de soja.

Existem diferenças quanto à tolerância das sementes de soja às condições ambientais desfavoráveis, dependendo da cultivar. Pesquisas realizadas em Minas Gerais com diferentes cultivares de soja indicaram que a época de colheita é de vital importância para a obtenção de sementes com elevada qualidade. O atraso na colheita compromete o poder germinativo, porém a redução observada nessa característica varia com a cultivar (Sediyama *et al.*, 1972). Silva *et al.* (1979), aliando quatro épocas diferentes de colheita das sementes de soja ‘Bossier’ e ‘Davis’, verificaram que a época mais favorável para essa operação variou com a cultivar e dependeu do grau de umidade das sementes por ocasião da colheita.

Segundo Wilcox *et al.* (1974), o atraso da colheita resultou em sementes de soja de baixa qualidade, em conseqüência do avanço no processo de deterioração, e uma das causas da baixa qualidade exibida pelas sementes esteve associada à presença de microrganismos, cuja ocorrência aumentou quando

a colheita foi retardada. Geralmente, as cultivares que oferecem maior resistência à infecção das sementes por microrganismos patogênicos, apresentam maior qualidade (Rocha, 1982).

O retardamento da colheita tem promovido queda gradual da qualidade e aumento na infecção das sementes de soja por patógenos internos, principalmente *Phomopsis* sp. e *Fusarium semitectum* (Costa, 1984; Braccini e Dhingra, 1996). Entretanto, o aumento na contaminação das sementes, com o atraso na colheita, difere entre cultivares, e algumas delas podem apresentar resistência à infecção causada por diversos patógenos, entre eles *Phomopsis sojae* (Dhingra e Acuña, 1997).

De acordo com Braccini *et al.* (2000), há considerável diferença de comportamento entre as cultivares de soja quanto à tolerância ao retardamento da colheita. Além disso, a redução no poder germinativo promovida pelo retardamento da colheita apresentou elevada correlação com o aumento na incidência de sementes infectadas por fungos e bactérias.

Diversos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos em inúmeras áreas produtoras de soja do país, com a finalidade de avaliar a tolerância das cultivares de soja ao retardamento da colheita (Costa, 1984; Fraga, 1988; Braccini *et al.*, 1994; Braccini *et al.*, 2000).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja colhidas na época normal e após o retardamento da colheita, na região de Maringá, Estado do Paraná.

Material e métodos

O presente trabalho foi iniciado no ano agrícola de 2000/01, em área localizada no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (DAG/UEM), utilizando sementes de 15 cultivares de soja. Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima diárias e umidade relativa do ar, referentes aos períodos de duração dos ensaios, foram coletados diariamente e apresentados em decêndios (Tabela 1).

As cultivares avaliadas foram as seguintes: BRS 132, BRS 155, BRS 183, BRS 184 (provenientes da Embrapa Soja - Londrina, PR), CD 202, CD 203, CD 206, CD 207, CD 208, CD 210 (provenientes da COODETEC - Cascavel, PR), M-SOY 5942, M-SOY 6101, M-SOY 6302, M-SOY 7101 e M-SOY 7501 (provenientes da MONSOY - Rolândia, PR). O preparo do solo, a adubação e as demais práticas culturais foram as mesmas preconizadas pelo sistema

de produção da região. O solo da área experimental foi analisado quanto às características químicas, e a adubação realizada de acordo com as recomendações da análise de solo (Embrapa Soja, 2000).

Tabela 1. Dados de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, em Maringá, Estado do Paraná, de novembro a abril do ano agrícola de 2000/01

Meses*	Temperatura		Precipitação Pluvial (mm)	Umidade Relativa (%)	
	Máxima (°C)	Mínima (°C)			
Novembro	(1)	31,1	19,5	49,0	61,6
	(2)	29,3	18,4	108,7	70,8
	(3)	29,4	20,0	81,5	74,9
Dezembro	(1)	29,9	19,6	23,3	63,7
	(2)	29,6	20,2	55,8	69,8
	(3)	30,7	21,2	99,2	75,9
Janeiro	(1)	31,5	21,3	49,1	67,8
	(2)	29,7	20,7	122,0	73,4
	(3)	31,2	22,1	17,7	75,4
Fevereiro	(1)	30,0	21,7	87,5	82,9
	(2)	28,8	20,9	118,7	84,2
	(3)	31,4	21,7	10,8	69,9
Março	(1)	30,7	21,8	22,2	76,5
	(2)	31,3	21,4	98,4	72,9
	(3)	30,8	21,0	26,3	71,9
Abril	(1)	29,8	19,8	43,0	73,9
	(2)	30,6	19,4	0,0	57,6
	(3)	28,8	20,7	27,0	70,7

* (1), (2) e (3) representam os decêndios do mês

A semeadura foi realizada no dia 18/11, sendo as unidades experimentais constituídas de cinco linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,5m entre si. Na colheita, foram eliminadas as duas linhas externas, bem como 0,5m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras.

As plantas foram colhidas manualmente no estádio R₈ de desenvolvimento, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (Fehr *et al.*, 1971). A colheita para as cultivares do grupo de maturação precoce foi realizada no dia 14/03, enquanto para as de grupo semiprecoce no dia 24/03, e as de grupo médio dia 29/03/2001 e após 30 dias de retardamento da colheita. Após a colheita das plantas, as sementes foram debulhadas das vagens em máquina trilhadeira estacionária, limpas com o auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel, sendo mantidas em câmara fria a 10°C de temperatura e 50% de U.R., até o final da colheita e início das avaliações de laboratório.

O grau de umidade das sementes foi determinado por meio do método de estufa a 105±3°C, durante 24 horas (Brasil, 1992), sendo de 9,44, 9,36, 9,40, 9,15, 9,14, 8,72, 9,05, 9,22, 9,37, 9,41, 9,19, 8,94, 9,32, 9,28 e 9,03%, respectivamente,

para as cultivares BRS 132, BRS 155, BRS 183, BRS 184, CD 202, CD 203, CD 206, CD 207, CD 208, CD 210, M-SOY 5942, M-SOY 6101, M-SOY 6302, M-SOY 7101 e M-SOY 7501.

A avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foi realizada por meio dos testes de germinação, de emergência em areia, de sanidade, de envelhecimento acelerado, de frio modificado e de tetrazólio. Os referidos testes são descritos a seguir.

Teste de germinação - conduzido utilizando-se quatro repetições analíticas de 50 sementes, para cada repetição de campo, colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha, umedecidas com água desmineralizada, utilizando-se três vezes a massa do papel seco embebida em água. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados para germinador do tipo "Mangelsdorf", regulado para manter a temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas aos cinco (primeira contagem) e oito dias (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A primeira contagem foi considerada um indicativo do vigor, e a contagem final, da viabilidade das sementes.

Teste de emergência em areia - realizada com 200 sementes, divididas em quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. A areia foi previamente lavada, esterilizada com brometo de metila e colocada em bandejas plásticas. Na semeadura foram abertos sulcos longitudinais em cada bandeja, com 3cm de profundidade e espaçados 4cm entre si, utilizando-se 50 sementes/sulco. O teste foi conduzido em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações moderadas. A avaliação final do número de plântulas normais emergidas foi realizada no décimo quinto dia e os resultados expressos em porcentagem, conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Teste de sanidade - efetuado por meio do método do papel-filtro ou "blotter test", com 100 sementes, divididas em quatro subamostras de 25 cada as quais foram colocadas em caixas plásticas do tipo "gerbox", sobre quatro folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e autoclavada. A incubação foi realizada em condição ambiente de laboratório, à temperatura de aproximadamente 25°C , em regime de 12 horas de iluminação com lâmpadas fluorescentes, alternadas com 12 horas de escuro, durante sete dias. Após esse período, foram avaliados os fungos presentes nas sementes, com o auxílio de lupa com iluminação e

microscópio estereoscópio (Henning, 1994; Goulart, 1997).

Teste de envelhecimento acelerado - realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas sobre uma tela fixada no interior de caixas plásticas do tipo "gerbox". No interior de cada caixa, foram adicionados 40mL de água destilada para formar uma câmara úmida, e, sobre a tela, colocadas 45g de sementes. Em seguida, as caixas foram fechadas, sendo estas levadas a uma câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada à temperatura de 41°C , por 48 horas, conforme as recomendações de Marcos Filho (1999). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, e à avaliação realizada no quinto dia após a semeadura.

Teste de frio modificado - realizado com 200 sementes por tratamento, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, conforme a metodologia descrita por Barros *et al.* (1999). Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel-toalha (germitest), umedecidas com água destilada. Após a semeadura, foram confeccionados rolos, sendo estes envoltos por sacos plásticos, mantendo-se um sistema fechado, permanecendo por um período de cinco dias em câmara de germinação do tipo B.O.D, regulada à temperatura constante de 10°C . Em seguida, os rolos foram levados para germinador regulado para manter constante a temperatura de 25°C , durante quatro dias, procedendo-se em seguida a avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas na data de avaliação, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (Brasil, 1992).

Teste de tetrazólio - foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes por tratamento, pré-condicionadas em papel-toalha umedecido com água destilada, por um período de 16 horas, em germinador regulado à temperatura de 25°C . Decorrido esse período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (2-3-5, cloreto de trifênil tetrazólio), à concentração de 0,075%, e mantidas a temperatura de 40°C por aproximadamente 180 minutos no interior de uma estufa incubadora. Essa operação foi realizada no escuro, uma vez que a solução de tetrazólio é sensível à luz. As sementes, após o processo de coloração, foram lavadas com água corrente e mantidas submersas até o momento da avaliação e avaliadas uma a uma, seccionando-as longitudinalmente através do centro do eixo

embrionário, com o auxílio de uma lâmina de barbear, de acordo com os critérios propostos por França Neto *et al.* (1998), ou seja, as sementes foram classificadas em níveis de 1 a 8. A viabilidade foi representada pela soma das percentagens de sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3, e a perda de viabilidade, pelas classes de 6 a 8, e, nesse caso, foram caracterizadas as causas da perda da qualidade fisiológicas das sementes: dano mecânico, dano por umidade e dano provocado por percevejos. O potencial de vigor e de germinação foi expresso em percentagem (França Neto *et al.*, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições para cada época de semeadura. Posteriormente, efetuou-se a análise conjunta das duas épocas. Na presença da interação significativa, procederam-se os desdobramentos necessários. As médias foram comparadas pelo método de agrupamento de Scott-Knott (1974) para cada época de semeadura.

Resultados e discussão

A umidade relativa manteve-se relativamente alta (mínima de 57,6% e máxima de 84,2%), oscilando diariamente, enquanto a temperatura do ar oscilou entre 18,4 e 31,5°C (Tabela 1). Segundo Costa *et al.* (1987), os ambientes mais favoráveis à produção de sementes de soja de melhor qualidade fisiológica são aqueles com temperatura média inferior a 22°C. A ocorrência de precipitação foi relativamente alta durante o período de execução do experimento, com uma média de 162mm mensais, com exceção do mês de abril, quando a precipitação média mensal foi de 70mm, bem inferior às médias registradas nos meses anteriores. O mês de novembro, quando foi realizada a semeadura dos cultivares, foi o que apresentou a maior precipitação média com 239,2mm, seguido pelo mês de janeiro com 188,8mm.

Dentre as condições climáticas avaliadas, a alta umidade relativa oscilante e as elevadas temperaturas registradas nos meses de março e abril foram consideradas desfavoráveis à manutenção da qualidade das sementes. A infecção das sementes de soja por *Phomopsis* sp. apresentou maior dependência da umidade relativa do que da temperatura média, em Lexington, EUA (Tekrony *et al.*, 1984). Esse patógeno tem sido citado na literatura como o principal causador de deterioração com o retardamento da época de colheita, dentre os fungos que comprometem a qualidade das sementes de soja (Dhingra e Acuña, 1997).

A análise de variância conjunta dos dados revelou efeito significativo da interação de primeira ordem (cultivar x época de colheita) para todas as características avaliadas. Os resultados obtidos nas duas contagens do teste de germinação das sementes das quinze cultivares de soja avaliadas (Tabela 2) indicam variabilidade de comportamento entre as cultivares quanto à qualidade das sementes, tanto na época normal, quanto na colheita retardada. A cultivar M-SOY 7501 foi superior às demais cultivares, quanto aos valores de porcentagem de plantas normais na primeira contagem do teste de germinação, quando a colheita foi realizada na época normal (estádio R₈). Na contagem final do teste de germinação, as cultivares que apresentaram melhor desempenho foram M-SOY 7101, CD 203 e BRS 183. Nem sempre as cultivares que apresentaram melhor qualidade na época normal de colheita foram as que revelaram maior tolerância à deterioração com o retardamento da colheita. Na colheita retardada, as cultivares M-SOY 7501 e BRS 132 foram as que apresentaram as maiores porcentagens de germinação nas duas contagens do teste.

Observou-se redução significativa pelo teste F ($p < 0,05$) na porcentagem de germinação das sementes das quinze cultivares avaliadas com o retardamento da colheita, em comparação à colheita realizada na época normal (Tabela 2).

Tabela 2. Plântulas normais obtidas na primeira contagem e na contagem final do teste de germinação das sementes de quinze cultivares de soja colhidas na época normal (estádio R₈) e após trinta dias de retardamento da colheita (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01)

Cultivar ¹	Primeira contagem ²		Contagem final ²	
	Época normal	Colheita retardada	Época normal	Colheita retardada
	----- % -----		----- % -----	
BRS 132	72 Da	59 Ab	78 Da	61 Ab
BRS 155	77 Ca	49 Bb	81 Ca	52 Cb
BRS 183	85 Ba	52 Bb	97 Aa	58 Bb
BRS 184	55 Fa	45 Cb	59 Fa	47 Cb
CD 202	53 Fa	44 Cb	67 Ea	51 Cb
CD 203	85 Ba	51 Bb	99 Aa	55 Bb
CD 206	77 Ca	52 Bb	87 Ca	58 Bb
CD 207	84 Ba	37 Db	86 Ca	38 Db
CD 208	86 Ba	49 Bb	92 Ba	51 Cb
CD 210	78 Ca	54 Bb	87 Ca	59 Bb
M-SOY 5942	57 Fa	40 Db	61 Fa	41 Db
M-SOY 6101	69 Ea	38 Db	77 Da	41 Db
M-SOY 6302	80 Ca	44 Cb	83 Ca	48 Cb
M-SOY 7101	89 Ba	51 Bb	100 Aa	58 Bb
M-SOY 7501	94 Aa	62 Ab	95 Ba	66 Ab
Média	76	48	83	52
C.V. (%)	10,32		8,77	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

O retardamento da colheita provocou redução na porcentagem de germinação, em decorrência do avanço do processo de deterioração das sementes, porém, com intensidades diferentes para as cultivares avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos por diversos pesquisadores (Sediyama, 1972; Carraro, 1979; Rocha, 1982; Costa, 1984; Braccini, 1993).

Harrington (1972) chama a atenção para o fato de que o armazenamento, ao contrário do que comumente se pensa, não começa no momento em que a semente entra no armazém, mas a partir da maturidade fisiológica na planta (estádio R₇). O intervalo entre a maturidade fisiológica e a colheita pode ser considerado como um período de armazenamento das sementes no campo (Delouche, 1980).

Considerando 80% o valor mínimo de geminação aceitável para a semeadura da soja e estabelecimento adequado de plantas no campo (SEAG-PR, 1986), verifica-se que as cultivares BRS 184, M-SOY 5942, CD 202, M-SOY 6101 e BRS 132 não atingiram o valor mínimo aceitável para a comercialização, não sendo, portanto, consideradas aptas para produção de sementes na Região de Maringá, Estado do Paraná (Tabela 2). A cultivar BRS 132, embora tenha apresentado maior tolerância ao retardamento da colheita, não atingiu os níveis de qualidade necessários para produção de sementes na Região de Maringá, Estado do Paraná, mesmo com a colheita realizada na época mais adequada.

A porcentagem de emergência em leito de areia das sementes de soja, em função das diferentes épocas de colheita, encontram-se apresentada na Tabela 3. Esses resultados evidenciaram a diferença de comportamento das cultivares estudadas quanto à qualidade das sementes na primeira época de colheita (estádio R₈). Nota-se que as cultivares M-SOY 7501, BRS 183 e CD 203 foram as que apresentaram as maiores porcentagens de emergência das plântulas em areia nessa época de colheita. As cultivares M-SOY 7101, M-SOY 7501, CD 210 e BRS 132 foram as que apresentaram maior tolerância ao retardamento da colheita, quando comparadas à demais cultivares avaliadas nesse experimento, a semelhança do que ocorreu nas duas contagens do teste de germinação, com as cultivares M-SOY 7501 e BRS 132.

A região de Maringá, por apresentar temperaturas relativamente altas durante a fase da produção da soja, tem sido considerada como medianamente favorável para produção de

sementes de soja no Estado do Paraná (Costa *et al.*, 1992). Contudo, os resultados obtidos neste trabalho indicaram a possibilidade de obtenção de sementes de boa qualidade para algumas cultivares na colheita realizada na época normal.

Os resultados de porcentagem de sementes infectadas por fungos e bactérias internos ao tegumento demonstram claramente que à medida que as sementes foram mantidas no campo após o estágio de maturação R₈, ocorreu aumento na proporção de sementes infectadas por patógenos nas quinze cultivares de soja avaliadas (Tabela 3). Contudo, as cultivares apresentaram comportamento diferenciado em relação a essa característica, tendo a cultivar M-SOY 5942 apresentado os maiores níveis de infecção na colheita realizada no estágio R₈.

Tabela 3. Plântulas normais obtidas no teste de emergência em leito de areia e o total de fungos e bactérias obtido no teste de sanidade das sementes de quinze cultivares de soja colhidas na época normal (estádio R₈) e após trinta dias de retardamento da colheita (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01)

Cultivar ¹	Emergência em areia ²		Teste de sanidade ²	
	Época normal	Colheita retardada	Época normal	Colheita retardada
	----- % -----		----- % -----	
BRS 132	79 Da	61 Ab	4 Db	53 Ea
BRS 155	84 Ca	52 Bb	18 Cb	70 Da
BRS 183	99 Aa	53 Bb	7 Db	51 Ea
BRS 184	68 Fa	42 Db	36 Bb	74 Ca
CD 202	73 Ea	46 Cb	10 Db	79 Ca
CD 203	96 Aa	55 Bb	3 Db	66 Da
CD 206	90 Ba	56 Bb	3 Db	86 Ba
CD 207	91 Ba	42 Db	4 Db	100 Aa
CD 208	87 Ca	47 Cb	18 Cb	66 Da
CD 210	86 Ca	59 Ab	8 Db	73 Ca
M-SOY 5942	63 Ga	40 Db	67 Ab	69 Da
M-SOY 6101	86 Ca	42 Db	24 Cb	99 Aa
M-SOY 6302	86 Ca	42 Db	24 Cb	75 Ca
M-SOY 7101	93 Ba	64 Ab	8 Db	65 Da
M-SOY 7501	100 Aa	62 Ab	0 Db	64 Da
Média	85	51	16	73
C.V. (%)	6,79		15,33	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

A porcentagem de sementes infectadas aumentou consideravelmente com o retardamento da colheita, apresentando índices de infecção de 99 e 100% para as cultivares M-SOY 6101 e CD 207, respectivamente. Esses resultados indicam uma menor tolerância à deterioração causada pelo retardamento da colheita para as cultivares referidas anteriormente.

A redução acentuada na germinação e o aumento na proporção de sementes infectadas por microrganismos com o retardamento da colheita apresentada pelas cultivares CD 207, M-SOY 6101

(Tabelas 2 e 3) indica grande susceptibilidade à deterioração, quando as sementes dessas cultivares permanecem no campo, após o estágio de desenvolvimento R_8 . Os gêneros mais frequentes de microrganismos identificados nas sementes de soja das quinze cultivares em estudo, segundo os critérios estabelecidos por Barnett e Hunter (1972), foram, em ordem decrescente, *Fusarium semitectum*, *Cercospora kikuchii* e *Phomopsis* sp. Observou-se a predominância de *Cercospora kikuchii* nas duas épocas das colheitas avaliadas. Estes resultados não estão de acordo com aqueles obtidos por Braccini (1993), Braccini e Dhingra (1996) e Dhingra e Acuña (1997), em que o gênero *Phomopsis* sp. foi considerado como o predominante.

No teste de envelhecimento acelerado, as cultivares BRS 183 e CD 206 foram as que apresentaram as maiores porcentagens de plântulas normais na colheita realizada na época normal, ao passo que a cultivar M-SOY 5942 apresentou o menor desempenho (Tabela 4). Com o retardamento da colheita por 30 dias, as cultivares BRS 132, M-SOY 7101 e M-SOY 7501 apresentaram maior tolerância à deterioração no campo. Resultados semelhantes a estes foram obtidos no teste de frio, em que novamente a BRS 183 e a CD 206 apresentaram os melhores resultados (Tabela 4). Nessa época normal, a cultivar CD 208 também se destacou; enquanto a M-SOY 5942 atingiu o menor nível de qualidade na colheita realizada na época normal (estádio R_8). No retardamento da colheita, novamente a BRS 132 e a M-SOY 7101 foram as que apresentaram o melhor desempenho, conforme observado no teste anterior.

Observa-se que as cultivares com melhores níveis de vigor na colheita realizada no estágio R_8 não mantiveram a qualidade fisiológica com o retardamento da época de colheita nos dois testes avaliados (Tabela 4), confirmando os resultados obtidos nas duas contagens do teste de germinação (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por outros autores (Del Giudice, 1990; Braccini *et al.*, 1994; 2000), que observaram considerável diferença de comportamento entre as cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita.

Os resultados médios do potencial de vigor e de germinação no teste de tetrazólio encontram-se na Tabela 5. Verificou-se que os maiores valores de vigor (Classes 1 a 3) foram obtidos pelas cultivares BRS 155, BRS 183, CD 203, CD 207, M-SOY 7101 e M-SOY 7501, quando a colheita

foi realizada no estágio R_8 e que o atraso na colheita foi responsável pela redução no vigor das sementes, com exceção da cultivar BRS 132. Com relação ao potencial de viabilidade (Classes 1 a 5), observou-se resultado similar ao potencial de vigor na mesma época de colheita, em que as mesmas cultivares mencionadas anteriormente não diferiram significativamente entre si ($p>0,05$), com exceção da cultivar CD 207. Com o retardamento da colheita por 30 dias, apenas as sementes do M-SOY 7501 apresentam superioridade estatística quanto ao potencial de vigor, enquanto que no potencial de viabilidade, as cultivares M-SOY 7501 e M-SOY 7101 não apresentaram diferença significativa entre si ($p>0,05$) e foram superiores às demais cultivares avaliadas.

Observou-se que as cultivares com maior potencial de vigor e de viabilidade na colheita realizada no estágio R_8 não mantiveram a qualidade fisiológica com o retardamento da época de colheita (Tabela 5), confirmando os resultados obtidos nas duas contagens do teste de germinação (Tabela 2) e no teste de envelhecimento acelerado e frio modificado (Tabela 4), com exceção da cultivar BRS 132, para o potencial de vigor e viabilidade, e das cultivares M-SOY 7101 e M-SOY 7501, somente para a viabilidade.

Tabela 4. Plântulas normais obtidas nos testes de envelhecimento acelerado e de frio modificado das sementes de quinze cultivares de soja colhidas na época normal (estádio R_8) e após trinta dias de retardamento da colheita (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01)

Cultivar ¹	Envelhecimento acelerado ²		Frio modificado ²	
	Época normal	Colheita retardada	Época normal	Colheita retardada
	----- % -----		----- % -----	
BRS 132	83 Ca	56 Ab	70 Da	50 Ab
BRS 155	67 Ea	38 Db	78 Ca	36 Db
BRS 183	93 Aa	45 Cb	90 Aa	49 Bb
BRS 184	50 Fa	35 Eb	50 Ga	39 Db
CD 202	68 Ea	40 Db	58 Fa	37 Db
CD 203	82 Ca	47 Cb	87 Ba	43 Cb
CD 206	92 Aa	45 Cb	91 Aa	48 Bb
CD 207	84 Ca	33 Eb	86 Ba	37 Db
CD 208	73 Da	42 Db	89 Aa	41 Cb
CD 210	74 Da	51 Bb	80 Ca	47 Bb
M-SOY 5942	37 Ga	32 Eb	46 Ha	37 Db
M-SOY 6101	64 Ea	41 Db	65 Ea	39 Db
M-SOY 6302	65 Ea	37 Eb	70 Da	43 Cb
M-SOY 7101	89 Ba	54 Ab	82 Ca	50 Ab
M-SOY 7501	85 Ca	54 Ab	81 Ca	46 Bb
Média	74	43	75	43
C.V. (%)	7,47		8,36	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

Tabela 5. Potencial de vigor (1 - 3) e de viabilidade (1 - 5) obtido no teste de tetrazólio das sementes de quinze cultivares de soja colhidas na época normal (estádio R₈) e após trinta dias de retardamento da colheita (Maringá, Estado do Paraná, 2000/01)

Cultivar ¹	Tetrazólio (1 - 3) ²		Tetrazólio (1 - 5) ²	
	Época normal	Colheita retardada	Época normal	Colheita retardada
	----- % -----		----- % -----	
BRS 132	63 Da	65 Ca	77 Ca	73 Ba
BRS 155	86 Aa	54 Cb	93 Aa	60 Cb
BRS 183	86 Aa	63 Cb	97 Aa	68 Db
BRS 184	53 Ea	30 Eb	78 Ca	42 Db
CD 202	73 Ca	56 Cb	82 Ca	64 Cb
CD 203	91 Aa	34 Eb	95 Aa	58 Cb
CD 206	74 Ca	62 Cb	83 Ba	69 Bb
CD 207	85 Aa	61 Cb	88 Ba	62 Cb
CD 208	79 Ba	50 Db	85 Ba	71 Bb
CD 210	78 Ba	56 Cb	87 Ba	61 Cb
M-SOY 5942	66 Da	39 Eb	69 Ca	40 Bb
M-SOY 6101	62 Da	57 Cb	75 Ca	65 Cb
M-SOY 6302	68 Ca	44 Db	86 Ba	59 Cb
M-SOY 7101	87 Aa	76 Bb	94 Aa	86 Aa
M-SOY 7501	94 Aa	86 Ab	97 Aa	89 Aa
Média	76	56	86	64
C.V. (%)	9,10		6,33	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade; ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade

Conclusão

Houve diferença de comportamento entre as cultivares quanto à tolerância ao retardamento da colheita. Observou-se redução significativa ($p < 0,05$) na porcentagem de germinação das sementes das quinze cultivares avaliadas com o retardamento da colheita. Nem sempre as cultivares com melhor qualidade de sementes na colheita realizada na época normal apresentaram maior tolerância à deterioração com o retardamento da época de colheita. A redução na germinação e vigor das sementes com o retardamento da colheita esteve associada ao aumento na porcentagem de sementes infectadas por microorganismos.

Referências

- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 3 ed. Minneapolis: Burgess Publishing, 1972.
- BARROS, A. S. R. et al. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994.
- BRACCINI, A. L. *Avaliação da qualidade fisiológica da semente de variedades e linhagens de soja (Glycine max (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento*. 1993. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

BRACCINI, A. L.; DHINGRA, O. D. Identificação de fungos em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e pepino (*Cucumis sativus* L.) por diferentes métodos de detecção. *Revista Unimar*, Maringá, v.18, p.495-503, 1996.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.16, p.195-200, 1994.

BRACCINI, A. L. et al. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, p.1017-1022, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: DNDV/SNAD/CLAV, 1992.

CARRARO, I. M. *Efeito do retardamento da colheita e do tratamento das sementes sobre a germinação, o vigor e a nodulação da soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 1979. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

CARTER, J. L.; HARTWIG, E. E. The management of soybean. In: NORMAN, A. G. (Ed.). *The soybean*. New York: Plennun Press, 1967. p.162-220.

COSTA, A. V. *Avaliação da qualidade fisiológica da semente de soja (Glycine max (L.) Merrill) com tegumento impermeável, produzida em três localidades do Brasil Central*. 1984. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

COSTA, A. V. et al. Alguns fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente de soja. Goiânia: EMGOPA, 1987. (Documentos, 02).

COSTA, N. P. et al. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1992. (Boletim de Pesquisa, 2).

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. *HortScience*, Alexandria, v.15, p.775-780, 1980.

DEL GIÚDICE, M. P. *Influência de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes de variedades de soja (Glycine max (L.) Merrill) colhidas em quatro épocas*. 1990. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

DHINGRA, O. D.; ACUÑA, R. S. *Patologia de sementes de soja*. Viçosa: Editora UFV, 1997.

EMBRAPA SOJA. *Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 2000/01*. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

EMBRAPA SOJA. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2001/2002*. Londrina: Embrapa Soja, 2001. (Documentos, 166).

FEHR, W. R. et al. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.*, Madison, v.11, p.929-931, 1971.

FRAGA, A. C. *Estudo sobre a utilização de dessecantes na produção de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 1988. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. *Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J.B. *et al.* Comparação de diversos tipos de embalagens para o armazenamento de sementes de soja. In: Embrapa -CNPSO. *Resultados de Pesquisa de Soja 1983/84*. Londrina: Embrapa -CNPSO, 1984. p.105-111.
- FRANÇA NETO, J.B. *et al.* O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa - CNPSO, 1998. (Embrapa - CNPSO, Documentos, 116).
- FRANÇA NETO, J. B. *et al.* Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.
- GOULART, A. C. P. *Fungos em sementes de soja: detecção e importância*. Dourados: Embrapa - CPAO, 1997. (Documentos, 11).
- GREEN, D. E. *et al.* Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality. *Agron. J.*, Madison, v.57, p.165-168, 1965.
- HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). *Seed biology*. New York: Academic Press, 1972. p.145-245.
- HENNING, A.A. *Patologia de sementes*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. (Documentos, 90).
- HENNING, A.A. *et al.* Efeito do teor de umidade e ambiente sobre a qualidade da sementes de soja armazenada em Terezina, PI. In: EMBRAPA-CNPSO. *Resultados de Pesquisa de Soja 1984/85*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1985. p.448-450.
- MARCOS FILHO, J. Maturação de sementes de soja da cultivar Santa Rosa. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.1, p.49-63, 1979.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. *et al.* (Ed.). *Vigor de sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-24.
- MARCOS FILHO, J. *et al.* Tecnologia da produção. In: CÂMARA, G. M. S. *et al.* *Soja: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p.01-39.
- MONDRAGON, R. L.; POTTS, H. C. Field deterioration of soybean as affected by environment. *Proceedings of Association of Official Seed Analysts*, Lincoln, v.64, p.63-71, 1974.
- MOTTA, I. S. *et al.* Características agronômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, p.153-162, 2000.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985.
- ROCHA, V. S. *Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja (Glycine max (L.) Merrill), em três épocas de colheita*. 1982. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Washington, DC., v.30, p.507-512, 1974.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - PR. *Normas de produção de sementes, básica, registrada, certificada e fiscalizada*. Curitiba: SEAG-PR e CLASPAR, 1986.
- SEDIYAMA, C. S. *Influência do retardamento da colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes*. 1972. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1972.
- SEDIYAMA, C. S. *et al.* Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. *Experientiae*, Viçosa, v.14, p.117-141, 1972.
- SILVA, C. M. *et al.* Efeito da época de colheita na qualidade da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.1, p.41-48, 1979.
- SILVA, E. R. *et al.* Comportamento de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em algumas localidades de Minas Gerais. *Experientiae*, Viçosa, v.10, p.123-183, 1970.
- TEKRONY, D. M. *et al.* Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. seed infection. *Crop Sci.*, Madison, v.24, p.189-193, 1984.
- VIEIRA, L. R. D. *et al.* Estudo da qualidade fisiológica de semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar UFV-1 em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981. Brasília. *Anais...* Londrina, Embrapa-CNPSO, v.1., 1982. p.633-644.
- WILCOX, J. R.; LAVIOLETTE, F. A.; ATHOW, K. L. Deterioration of soybean seed quality associated with delayed harvest. *Plant Dis. Rep.*, Madison, v.58, p.130-133, 1974.

Received on September 27, 2002.

Accepted on April 29, 2003.