

# COMPORTAMENTO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA, SUBMETIDOS A DIFERENTES PERÍODOS DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

## *BEHAVIOR OF SOYBEAN SEEDS CULTIVARS UNDER DIFFERENT TIMES ON THE ACCELERATED AGING TEST*

**Josué Bispo da SILVA<sup>1</sup>; Edson LAZARINI<sup>2</sup>; Marco Eustáquio de SÁ<sup>3</sup>**

1. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - CCBN, Universidade Federal do Acre - UFAC, Rio Branco, AC, Brasil. [josuebispo@bol.com.br](mailto:josuebispo@bol.com.br); 2. Engenheiro Agrônomo, Livre Docente, Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural - DFTASE, Universidade Estadual de São Paulo - UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, DFTASE - UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil.

**RESUMO:** O teste de envelhecimento acelerado é importante ferramenta que pode ser usada também em programas de melhoramento genético, na seleção de cultivares com potencial de armazenamento e desenvolvimento em condições de altas umidade relativa do ar e temperatura. Para sementes de soja, a temperatura e o tempo de exposição nesse teste ainda não foram totalmente estabelecidos, fatores que ainda causam divergência entre pesquisadores, principalmente quanto aos períodos mais adequados. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento de sementes de soja após diferentes períodos de envelhecimento acelerado. Sementes das cultivares IAC-15, CAC-1, FT-Estrela e IAC-Foscarin 31 foram submetidas aos testes de germinação, de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado (41°C durante 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72 e 76 horas). As cultivares diferem entre si quanto à sensibilidade ao teste de envelhecimento acelerado e todas são sensíveis ao aumento do tempo de exposição; esse teste pode ser usado para selecionar cultivares; a cultivar FT-Estrela pode ser semeada em regiões quentes e úmidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Glycine max. Potencial fisiológico. Testes de vigor.

### INTRODUÇÃO

Um dos principais riscos da cultura da soja, como de outras culturas, refere-se ao estabelecimento adequado de plantas no campo. Quando um estande mínimo não é alcançado, o produtor deverá proceder à ressemeadura ou optar por outra cultura, o que elevará os custos de produção (BRACCINI et al., 1999).

Para garantir o sucesso do empreendimento agrícola é fundamental, portanto, a utilização de sementes de qualidade por ocasião da instalação de uma lavoura de soja (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; HENNING, 1991), como de qualquer outra. A qualidade das sementes irá refletir diretamente no resultado final da cultura, proporcionando uniformidade de população, elevado vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade.

As sementes, além de apresentar qualidade, necessitam ser originadas de materiais genéticos adaptados às condições de clima da região onde a cultura será implantada, fator imprescindível para obtenção de um produto final com produtividade e qualidade.

Crescente tem sido a busca pelo desenvolvimento de testes que, além de adequados, sejam rápidos para agilizar a tomada de decisões

quanto ao destino dos lotes de sementes produzidos, aumentando assim a eficiência das atividades envolvidas no controle de qualidade, objetivando a produção e comercialização de sementes de elevado padrão.

O teste de envelhecimento acelerado (EA) é um dos mais indicados para a determinação do vigor (AOSA, 2002), pois utiliza fatores ambientais comumente associados com a deterioração das sementes, como altas temperatura e umidade relativa do ar (TEKRONY, 1993), mostrando-se um método eficiente para avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja (TOMES; TEKRONY; EGLI, 1988). Seu princípio baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes às condições adversas de umidade relativa e temperatura e apresentam valores mais altos de germinação que as menos vigorosas que, quando expostas às mesmas condições, têm sua viabilidade reduzida (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Atualmente, o EA é utilizado em programas de controle de qualidade nas empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias pode-se ter uma idéia do potencial de armazenamento dos lotes processados, assim como do possível desempenho destes em condições de altas temperaturas após a semeadura.

O EA tem sido conduzido com diferentes objetivos, dentre os quais se destacam: classificação

de lotes de sementes quanto ao vigor (MENON et al., 1993; ROSSETTO; MARCOS FILHO, 1995), avaliação do potencial de armazenamento, embasamento de programas de controle de qualidade, seleção de lotes para a semeadura (com base no potencial de emergência de plântulas em campo) e auxílio na seleção de cultivares durante o melhoramento de plantas (MARCOS FILHO, 1999). Segundo esse autor, o EA em programas de melhoramento genético permite a seleção de cultivares que apresentam maior potencial de desempenho em regiões com probabilidade de temperatura e umidade relativa do ar altas durante o processo de maturação das sementes. Pode auxiliar ainda na indicação de materiais para serem enviados a locais onde os produtores não dispõem de infraestrutura adequada para armazenamento das sementes.

Não obstante o EA ser de fácil instalação e condução, várias pesquisas têm encontrado resultados discordantes, tanto intra como entre laboratórios (TEKRONY, 1993), não havendo, até o momento, consenso quanto aos períodos de envelhecimento mais adequados, entre outras variáveis, para sementes de várias espécies de importância econômica (MARCOS FILHO, 1999).

Assim, diversos pesquisadores têm se empenhado no sentido de determinar o melhor período de exposição das sementes às condições do EA, em diferentes espécies cultivadas. Por exemplo, Baggio et al. (2003) expuseram sementes de orégano e erva de gato, espécies utilizadas como condimentares e medicinais, à temperatura de 42°C, durante 12, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 horas, enquanto Krishna et al. (1997) envelheceram sementes de quatro híbridos de girassol sob a mesma temperatura, mas nos períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Nas duas pesquisas foi observada redução da taxa de germinação com o aumento no tempo de exposição.

Mesmo tendo sido considerado padronizado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja (TEKRONY, 1995), há ainda aspectos específicos da metodologia para condução do EA que merecem elucidação (MARCOS FILHO; NOVENBRE; CHAMMA, 2000), como o período de exposição (VASQUEZ et al., 1993). Vários trabalhos têm feito uso de diferentes períodos, como 32, 42 e 72 horas a 40°C (DELOUCHE; BASKIN, 1973; PERRY, 1981) e 48, 64, 72 e 96 horas a 41°C (TOMES; TEKRONY; EGLI, 1988; AOSA, 2002), procurando contribuir para o aprimoramento do EA.

Embora um dos potenciais usos do EA seja na seleção de cultivares em programas de melhoramento genético, poucos trabalhos têm sido

desenvolvidos nesse sentido, procurando determinar as condições mais adequadas de condução desse teste para a avaliação dos materiais obtidos pelo melhoramento.

O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento germinativo de sementes de cultivares de soja submetidas a diferentes tempos de exposição no teste de envelhecimento acelerado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, SP. As sementes, provenientes das cultivares IAC-15, CAC-1, FT-Estrela e IAC-Foscarin 31 e produzidas no ano agrícola 1997/98, foram adquiridas de empresas produtoras de sementes do Estado de São Paulo e armazenadas com teor de água aproximadamente de 13% em câmara seca (20°C e 45% de umidade relativa do ar) até o início dos trabalhos.

Inicialmente as sementes foram submetidas ao teste de germinação (TG), realizado com quatro repetições de 50 sementes de cada cultivar, colocadas em substrato de papel de germinação tipo 'Germitest' previamente umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Após a montagem, os rolos foram colocados em germinador tipo BOD a 25°C, com avaliação aos 5 e 8 dias, contando-se as plântulas normais, anormais e sementes infeccionadas e mortas (BRASIL, 2009).

No teste de condutividade elétrica (CE), quatro repetições de 25 sementes de cada cultivar tiveram a massa determinada em balança de precisão (0,0001g) e foram colocadas para embeber em recipientes contendo 75mL de água deionizada e mantidas em germinador tipo BOD a 24°C durante 24 horas. A leitura da condutividade elétrica na solução de embebição foi feita por meio de condutímetro digital e os resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Para a realização do teste de envelhecimento acelerado (EA) foi adotado o método de caixas plásticas de germinação com tela suspensa (AOSA, 2002). Uma amostra de aproximadamente 200 sementes de cada cultivar e tratamento, acondicionada em camada única sobre tela em caixa plástica de germinação contendo 40mL de água deionizada, foram mantidas em câmara tipo BOD a 41°C, pelos períodos pré-determinados de 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72 e 76 horas. Na seqüência, procedeu-se à montagem do teste de germinação,

conforme descrito anteriormente. A avaliação ocorreu no 5º dia, contando-se as plântulas normais e sementes infeccionadas e/ou mortas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. No EA, as análises foram em esquema fatorial 4 x 9 (quatro cultivares x nove períodos). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de sementes infeccionadas e/ou mortas não foram submetidos à análise estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao desempenho das sementes no teste de germinação (TG), a cultivar CAC-1, que obteve o maior valor, igualou-se à IAC-15 mas

superou a FT-Estrela e a IAC-Foscarin 31 (Tabela 1). No teste de condutividade elétrica (CE), a cultivar IAC-15 foi classificada como sendo de potencial fisiológico superior e somente ela apresentou valor próximo ao determinado para sementes de soja com alto vigor que, segundo AOSA (2002), está entre 60 e 70  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , enquanto 70 a 80  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  são valores com tendência para médio vigor. Entretanto, o resultado das outras cultivares não indica necessariamente baixo vigor, já que todas apresentaram germinação igual ou superior a 80%. Segundo Vieira e Krzyzanowski (1999), o genótipo é um dos fatores que influenciam os resultados do teste de condutividade elétrica.

**Tabela 1.** Valores de Germinação (%) e de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de diferentes cultivares de soja.

| Cultivares      | Germinação | Condutividade Elétrica |
|-----------------|------------|------------------------|
| CAC-1           | 93a        | 102,7a                 |
| IAC-15          | 90ab       | 71,2b                  |
| FT-Estrela      | 80b        | 108,9a                 |
| IAC-Foscarin 31 | 80b        | 107,8a                 |
| CV (%)          | 7,8        | 10,0                   |

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ( $P \leq 0,05$ ).

No teste de envelhecimento acelerado (EA), analisando as médias de cada cultivar nos diferentes períodos de exposição (Tabela 2), observa-se que IAC-15 mostrou maior sensibilidade às condições de alta umidade relativa do ar e temperatura, embora tenha apresentado o melhor resultado no TG e no CE (Tabela 1).

De modo geral, houve variação na resposta aos períodos, que pode ser devida a fatores inerentes às sementes das cultivares em estudo, como as condições climáticas vigentes enquanto ainda estão ligadas à planta-mãe e/ou na colheita, conforme se verifica na Tabela 1, ou sensibilidade diferenciada às condições do EA.

Nesse sentido, Rocha e Vello (1999) explicam que o desempenho relativo das cultivares é influenciado pelo ambiente, em função da sensibilidade destas às distintas condições que, no presente trabalho, foram também os períodos de envelhecimento. Braccini et al. (1999) envelheceram sementes de soja das cultivares UFV-10 (Uberaba), IAC-8 e Doko RC durante 0, 24, 48 e 73 horas, e igualmente obtiveram respostas

diferenciadas em relação aos períodos de envelhecimento, dependendo da cultivar avaliada.

Analisando o resultado de diversos trabalhos, Mello e Tillmann (1987) concluíram que para sementes de arroz e soja o tempo de exposição às condições do EA é variável em função da cultivar. Em sementes de milho, verificou-se diferença entre os Tevada 77, Pacific 11 e Pacific 47 na germinação após os períodos de 48, 72 e 96 horas (SANTIPRACHA; SANTIPRACHA; WONGVARODOM, 1997), assim como dos genótipos Z-8452, BR-201, BR-205, XL-360, XL-520 e AL-34 em 72 e 96 horas (BITTENCOURT; VIEIRA, 2006).

Os maiores valores de germinação da cultivar FT-Estrela em todos os períodos do EA indicam que ela apresenta potencial fisiológico superior, exceto nos períodos de 48 e 72 horas, nos quais seu desempenho foi semelhante ao da cultivar CAC-1, e com 56 horas, que se igualou à cultivar IAC-Foscarin 31. Os menores valores da cultivar IAC-15 sugerem que esta apresenta potencial fisiológico inferior, embora não tenha diferido

estatisticamente de IAC-Foscarin 31 no período de 76 horas. No entanto, pelo TG (Tabela 1) a cultivar IAC-15, assim como a FT-Estrela, foi classificada como sendo intermediária. Dessa forma, os menores valores apresentados pela cultivar IAC-15 podem ser devidos à sua maior sensibilidade ao estresse imposto pelas condições do EA, e não necessariamente pelo potencial fisiológico inferior

de suas sementes. Do mesmo modo, o menor valor no CE apresentado pelas sementes dessa cultivar (Tabela 1) sugere o efeito do genótipo, no qual as sementes, mesmo apresentando baixo desempenho no EA (Tabela 2), não mostraram indício de membranas em deterioração, fato também detectado por Panobianco e Vieira (1996) em sementes de soja.

**Tabela 2.** Germinação e número de sementes infeccionadas e/ou mortas de soja após diferentes tempos de exposição no teste de envelhecimento acelerado.

| Cultivares | Germinação                         |       |        |         |         |         |        |       |       |    |       |
|------------|------------------------------------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|----|-------|
|            | Período (horas)                    |       |        |         |         |         |        |       |       |    | Média |
|            | 44                                 | 48    | 52     | 56      | 60      | 64      | 68     | 72    | 76    |    |       |
|            | % .....                            |       |        |         |         |         |        |       |       |    |       |
| CAC-1      |                                    | 82Aab | 67ABb  | 56Bb    | 64Bb    | 69ABb   | 66ABb  | 60Bab | 16Cb  | 61 |       |
| IAC-15     | 72ABb<br>37Ac                      | 30Abc | 33Abc  | 26ABCc  | 12CDEFc | 18BCDEd | 8DEFc  | 3EFc  | 1Fc   | 19 |       |
| FT-Estrela | 96Aa                               | 90Aba | 83ABCa | 75BCa   | 85ABCa  | 84ABCa  | 85ABCa | 72CDa | 59Da  | 81 |       |
| IAC-Fosc   | 74Ab                               | 75Ab  | 66ABb  | 62ABCab | 57BCDb  | 42Dc    | 53BCDb | 46CDb | 15Ebc | 54 |       |
|            | Sementes infeccionadas e/ou mortas |       |        |         |         |         |        |       |       |    |       |
| CAC-1      | 12                                 | 11    | 13     | 15      | 16      | 16      | 14     | 16    | 18    | 15 |       |
| IAC-15     | 32                                 | 30    | 31     | 36      | 39      | 42      | 41     | 45    | 45    | 38 |       |
| FT-Estrela | 4                                  | 5     | 7      | 8       | 7       | 5       | 7      | 8     | 9     | 7  |       |
| IAC-Fosc   | 9                                  | 8     | 10     | 11      | 10      | 12      | 10     | 12    | 10    | 10 |       |

Médias seguidas por letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P \leq 0,05$ ).

Além da alta sensibilidade de IAC-15 às condições impostas pelo teste, outro fator que pode ter promovido redução drástica de seu desempenho no EA em relação aos resultados do TG é a maior influência de fungos, como *Phomopsis* e/ou *Fusarium*, que podem afetar os resultados do EA (HENNING; FRANÇA NETO, 1980; FRANÇA NETO et al., 1998), considerando que foi a cultivar com maior número de sementes infeccionadas ao final desse teste (Tabela 2). Essas são as duas espécies de fungos mais comuns no Brasil e grandemente favorecidos por ambientes quentes e úmidos, cuja contaminação pode ocorrer ainda no campo, na pré-colheita (DHINGRA; ACUÑA, 1997). Segundo esses autores, são também os patógenos mais prejudiciais à cultura, podendo causar podridão das sementes após o plantio e

ocasionar o estabelecimento de um estande de plantas inadequado à máxima expressão do potencial genético das cultivares.

Já a cultivar FT-Estrela apresentou resultado inferior no TG, mas superior no EA. Altas temperatura e umidade relativa podem, também, inibir o desenvolvimento de certos microrganismos (MARCOS FILHO, 1999), como *Colletotrichum truncatum*, que se desenvolve bem em alta umidade, mas temperaturas amenas (DHINGRA; ACUÑA, 1997), podendo fazer com que os resultados obtidos nesse teste sejam superiores aos observados no de germinação. Considerando que são cultivares diferentes e, portanto, produzidas em locais distintos, podem ter sido expostas a uma grande diversidade ambiental e fúngica.

A cultivar FT-Estrela foi a única em cujas sementes se verificou elevação da germinação nos períodos de 44 (96%), 48 (90%) e 52 horas (83%) do EA em relação ao TG (80%). Uma hipótese para esse comportamento é a ocorrência de dormência, que foi eliminada pelos períodos iniciais de exposição ao teste, elevando a germinação, mas que, com o prolongamento do estresse, voltou a se reduzir.

Embora o melhoramento genético da soja tenha eliminado a dormência ao longo do tempo. Souza e Marcos Filho (2001) e Marcos Filho (2005) explicam que sementes de soja podem apresentar tegumento temporariamente impermeável à água, devido à presença de camada cerosa, resultante da deposição de restos do endocarpo na superfície da cutícula. Entretanto, as condições de altas temperatura e umidade relativa do ar no ambiente de envelhecimento podem ter reduzido a influência da camada de cera e, conseqüentemente, favorecido a absorção de água, o que elevou a germinação nos períodos iniciais (44, 48 e 52 horas).

Em todas as cultivares houve sensível diminuição no percentual de germinação quando o período de exposição passou de 72 para 76 horas. O prolongamento da exposição tende a favorecer a ação de patógenos sobre o processo de deterioração das sementes, interferindo nos resultados (HALLOIN, 1986), sendo essa uma das prováveis razões da redução drástica da germinação no maior período.

Os resultados encontrados por Braccini et al. (1999) também mostraram tendência de redução da germinação com o aumento do período de exposição (de 24 para 72 horas) no EA em sementes de soja de diferentes cultivares. Tagliaferre et al. (2001) igualmente verificaram que, em sementes dessa mesma espécie, provenientes de dez diferentes cultivares e submetidas a 42°C durante 24, 48, 72 e 96 horas, o maior índice de deterioração foi nos períodos acima de 48 horas.

Trabalhando com sementes de soja envelhecidas a 42°C durante 24, 48, 72 e 96 horas, Silva, Vieira e Santos (2008) verificaram que, após os períodos de 24 e 48 horas, a germinação não diferiu estatisticamente das não-envelhecidas. Entretanto, houve redução desse parâmetro concomitantemente ao aumento do tempo. Nesse mesmo trabalho, imagens dos tecidos obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura, mostraram alterações na camada paliçádica das sementes envelhecidas no maior tempo, dado que confirma a citação de Sun e Leopold (1995) de que o conteúdo de radicais livres, responsáveis pela deterioração de membranas celulares das sementes

aumenta durante o EA, podendo ser essa outra razão pela qual se verificou redução acentuada no percentual germinativo das sementes no maior período do presente trabalho. Ao envelhecer sementes de café por 24, 48, 72, 96 e 120 horas, Pertel et al. (2003) confirmaram aumento mais intenso de radicais livres nos dois maiores períodos.

De modo geral, verificou-se decréscimo na germinação das sementes das cultivares estudadas à medida que o tempo de exposição aumentou. No entanto, nenhuma apresentou diferença significativa quando esse período foi reduzido de 52 para 48 ou 44 horas. Em pesquisas com sementes de soja (TOMES; TEKRONY; EGLI, 1988; TAGLIAFERRE et al., 2001; SILVA; VIEIRA; SANTOS, 2008) e outras espécies, como erva-de-gato e orégano (BAGGIO et al., 2003), girassol (KRISHNA et al., 1997) e café (PERTEL et al., 2003), os materiais genéticos também se mostraram insensíveis ao período de 48 horas ou inferior.

Os resultados evidenciaram que a cultivar FT-Estrela foi a que apresentou o maior potencial para semeadura em regiões quentes e úmidas, seguida de CAC-1 e IAC-Foscarin. Avaliando o comportamento das cultivares dentro dos períodos, observa-se que IAC-15 mostrou-se estatisticamente mais sensível que as outras, principalmente que a FT-Estrela. O EA diferenciou claramente as cultivares com maior (FT-Estrela) e menor (IAC-15) potencial para locais quentes e úmidos e pode, portanto, funcionar como importante ferramenta nos programas de melhoramento genético de soja, possibilitando a detecção de cultivares produtores de sementes capazes de germinar em percentuais iguais ou acima do padrão de comercialização (80%), mesmo sob condições adversas, como altas temperatura e umidade relativa do ar.

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento, concluiu-se que as cultivares estudadas diferem entre si quanto à sensibilidade ao envelhecimento acelerado e todos são sensíveis ao aumento do tempo de exposição.

O teste de envelhecimento acelerado é uma importante ferramenta que pode ser usada com segurança em programas de melhoramento genético da soja na seleção de cultivares com potencial de alto desempenho em regiões de clima quente e úmido.

Dentre as cultivares estudadas, FT-Estrela pode ser recomendada para ser utilizada em regiões com probabilidade de ocorrer altas temperatura e

umidade durante e logo após a semeadura no campo.

---

**ABSTRACT:** Accelerated aging test is an important procedure to be used, beyond other aim, for breeding programs to select cultivars with storage and development potential under high relative humidity and temperature. At accelerated aging test in soybean seeds, the temperature and time of exhibition they were not still totally established, factors that cause divergence among the researchers, mainly with relationship to the most appropriate periods. The aim was to evaluate the behavior of soybean seeds submitted to accelerated aging test. Seeds of the varieties IAC-15, CAC-1, FT-Estrela and IAC-Foscarin 31 were submitted to germination test, electrical conductivity and accelerated aging (41°C, during 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72 and 76 hours). There are differences among cultivars evaluated in relation to accelerated aging test sensibility; the cultivars are sensibles to increasing the exposition time; the accelerated aging test can be used to select cultivars in breeding programs; the cultivar FT-Estrela can be sowed at regions with high temperature and humidity.

**KEYWORDS:** *Glycine max* Physiological seed quality. Vigor tests.

---

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32)
- BAGGIO, L.; LIMA, C. B.; SATO, O.; BUENO, J. T.; KOESTETZER, V.; LEITE, L. L.; BERTHI, D.; SILVA, M. Influência do número de horas de envelhecimento acelerado sobre as sementes de *Nepeta cataria* e *Origanum vulgare*. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 416, 2003.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 161-168, 2006.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- DHINGRA, O. D.; ACUÑA, R. S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: UFV, 1997. 119p.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **Suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste de germinação**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 10p. (EMBRAPA-CNPSO, Comunicado Técnico, 60).
- HALLOIN, J. M. Microorganism and seed deterioration. In: McDONALD, J. R.; NELSON, C. J. **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society of America, 1986. p. 89-99.
- HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B. Problemas na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp.. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 9-22, 1980.
- KRISHNA, A.; JAGADASHI, G. V.; DESHPANDE, V. K.; PRASANNA, K. P. R.; VENKATARAMAN. Effect of seed vigor levels on field performance and relationship between seed vigor tests and field emergence in sunflower hybrids. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 10, n. 1, p. 112-116, 1997.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 473-482, 2000.

MELLO, V. D. C.; TILLMAN, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 93-102, 1987.

MENON, J. C. M.; BARROS, A. C. S. A.; MELLO, V. D. C.; ZONTA, E. P. Avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de soja produzidas no Estado do Paraná na safra 1989/90. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 203-208, 1993.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 621-627, 1996.

PERRY, D. A. Introduction, methodology and application of vigor test, seedling growth and evaluation test. In: PERRY, D. A. **Handbook of vigor tests methods**. Zürich: International Seed Testing Association, 1981. p. 3-20.

PERTEL, J.; DIAS, D. C. F. S.; BORGES, E. E. L.; DIAS, L. A. S.; NAVEIRA, D. P. Alterações nos ácidos graxos durante o envelhecimento artificial de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 81, 2003.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 69-81, 1999.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 123-131, 1995.

SANTIPRACHA, W.; SANTIPRACHA, Q.; WONGVARODOM, V. Hybrid corn seed quality and accelerated aging. **Seed science and technology**, Zürich, v. 25, n. 2, p. 203-208, 1997.

SILVA, M. A. D.; VIEIRA, R. D.; SANTOS, J. M. Influência do envelhecimento acelerado na anatomia da testa de sementes de soja, cv. Monsoy 84001. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 91-99, 2008.

SOUZA, F. H. D.; MARCOS FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in *Fabaceae*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 365-375, 2001.

SUN, W. Q.; LEOPOLD, A. C. The maillard reaction and oxidative stress during ageing of soybean seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 94, p. 94-104, 1995.

TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P.; LOPES, J. C.; MARTINS-FILHO, S.; CAPUCHO, M. T.; LIMA, J. S. S. Avaliação de genótipos de soja (*Glycine max* L. Merrill) através do teste de envelhecimento acelerado. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 228, 2001.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 17, n. 2, p. 110-120, 1993.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigor test methods**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.35-50.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLY, D. B. Factors influencing the tray accelerated ageing test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 12, n. 1, p. 23-35, 1988.

VASQUEZ, G. H.; VIDAL, A. C. V.; CUSTÓDIO, C. C.; MARCOS FILHO, J. Combinações de temperatura e tempos de exposição na condução do teste de envelhecimento artificial em sementes de soja cv. IAC-8. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 151, 1993.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.