

## Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja

### Accelerated aging as test of vigor for corn and soybean seeds

Alek Sandro Dutra<sup>1</sup> Roberval Daiton Vieira<sup>2</sup>

#### RESUMO

A avaliação do vigor de sementes tem sido ferramenta fundamental dentro do programa de controle de qualidade, sendo o teste de envelhecimento acelerado (EA) parte importante do processo. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de confirmar metodologia específica para avaliação do vigor de sementes, em laboratório, tendo como base o EA. Utilizou sementes de milho e soja, seis lotes para cada espécie, com padrões de qualidade (germinação) comercialmente aceitas. As condições de envelhecimento préestabelecidas foram 42°C/96h e 45°C/72h para milho e 41°C/48 e 72h e 42°C/48 e 72h para soja. Para cada combinação de temperatura e período de envelhecimento, as sementes foram colocadas em caixas plásticas, sobre tela, com 40mL de água destilada, distribuídas em camada única e com base no peso das mesmas. O envelhecimento foi feito usando-se dois tipos de câmara, BOD e jaquetada de água (CJ). Foi determinado o teor de água (TA) e a germinação das sementes antes e após o EA. A absorção de água pelas sementes considerando-se todas as combinações de período de exposição e temperatura, as duas câmaras e as duas formas de determinação do TA, foi maior quando as sementes foram acondicionadas em camada única em relação aquelas pesadas (massa constante), usando-se a câmara jaquetada. Para o milho, a combinação de 45°C/72h com o acondicionamento das sementes em camada única foi o método mais eficiente para a separação dos lotes quanto ao vigor. Para soja, a combinação 42°C/48h foi mais eficiente na separação dos lotes, não havendo interferência do método de acondicionamento das sementes, na tela. Conclui-se que a camada única e a câmara tipo BOD devem ser preferencialmente utilizadas no teste EA face aos menores custos de aquisição e manutenção da BOD, visando à separação de lotes quanto aos níveis de vigor, para milho e soja.

**Palavras-chave:** vigor, envelhecimento acelerado, soja, milho.

#### ABSTRACT

*The evaluation of the seed vigor has been a fundamental tool of quality control program and the accelerated*

*aging test an important procedure for that. This work was carried out in order to search for specific methodologies of evaluation of seed vigor, in laboratory, based on the accelerated aging test. The research was conducted using six seed lots of corn and soybean species, with commercially accepted quality patterns (germination). The prior established conditions for aging were 42°C/96h and 45°C/72h for corn and 41°C/48 and 72h and 42°C/48 and 72h for soybean. For each combination of temperature and aging periods, the seeds were placed into plastic boxes (gerbox), with 40mL of distilled water, distributed on the screen, using single layer and based on the seed weight. For the aging, two chamber types, BOD and water jacketed were used. The moisture content and germination of seed lots, after aging, were determined. The water uptake considering the combinations of temperature/exposure period, the two chamber types and the two procedures of determining seed moisture content was higher when the seeds were conditioned in a single layer compared to weight (constant mass). For the corn, the combination of 45°C/72h with the conditioning of the seeds in only layer was the most efficient method for the separation of the lots with relationship to the vigor. For soybean, the combination 42°C/48h was more efficient in the separation of the lots, not having interference of the method of conditioning of the seeds, in the screen. Considering the results it can be concluded that the single layer distribution should be used for corn and soybean and the BOD chambers should also be used for accelerated aging test for both species.*

**Key words:** vigor, accelerated aging, soybean, corn.

#### INTRODUÇÃO

A tecnologia de sementes, como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes usados para avaliar o potencial fisiológico (germinação e vigor) das mesmas, com o objetivo de que os resultados expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob condições de

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes), Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: adutra@fcav.unesp.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal, UNESP, Campus de Jaboticabal. 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: rdvieira@fcav.unesp.br Autor para correspondência.

campo. Metodologias e testes de vigor, utilizados no Brasil, em pesquisa e trabalhos de rotina foram relatadas por (VIEIRA et al., 1994). Dentre estes, encontram-se os testes baseados no desempenho de plântulas, os de estresse (envelhecimento acelerado, de frio, de deterioração controlada, e germinação à baixa temperatura) e os bioquímicos (condutividade elétrica e teste de tetrazólio) (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Dentre esses vários procedimentos usados para avaliar o vigor de sementes, o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais utilizados no Brasil e no mundo, particularmente para sementes de milho e soja (HAMPTON & TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999). Vários estudos têm sido conduzidos visando o aperfeiçoamento deste procedimento como teste de vigor. Sabe-se, também, que estes estudos avaliam, principalmente, o efeito de fatores que afetam nos resultados, como teor de água da semente, tamanho da amostra e tipo de câmara usada no envelhecimento (MARCOS FILHO & VINHA, 1980; TOMES et al., 1988; BITTENCOURT et al., 1995; SCAPPA NETO et al., 2001).

O teor de água da semente já foi motivo de estudos, e deve ficar numa faixa estreita (9 – 11%) para dar maior segurança em relação aos resultados obtidos para soja (TOMES et al., 1988). Outro aspecto importante relaciona-se ao uso de equipamentos adequados, como já avaliado em estudos feitos por vários autores (BITTENCOURT et al., 1995; SCAPPA NETO et al., 2001). Dentre as câmaras estudadas a tipo BOD e a jaquetada de água podem ser utilizadas para a realização do teste de envelhecimento acelerado. O fator importante é que para a classificação dos lotes de sementes quanto ao nível de vigor, deve-se comparar os resultados do teste de envelhecimento acelerado obtidos no mesmo tipo de câmara. Para as condições do Brasil, a câmara tipo BOD apresenta vantagens dado os aspectos de custo e de manutenção (SCAPPA NETO et al., 2001).

Têm-se verificado na literatura pertinente pequenas divergências quanto aos procedimentos usados no teste de envelhecimento acelerado para sementes de milho e soja. Logo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de comparar alguns procedimentos sugeridos na literatura para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho e soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento

de Produção Vegetal da UNESP, Campus de Jaboticabal. Utilizaram-se sementes de milho e soja, cada espécie representada por seis lotes, com padrão de qualidade (germinação) acima do mínimo exigido para comercialização ( $>80\%$ ). Em todo o período experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de papel multifoliado e armazenados em câmara fria ( $10^{\circ}\text{C}$  e  $60\%$  UR).

As sementes de cada lote foram submetidas aos seguintes testes:

Determinação do teor de água (base úmida): foi realizado em estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24\text{h}$  (BRASIL, 1992), e a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}/72\text{h}$  (ISTA, 1996), utilizando-se duas amostras de vinte sementes, para cada lote.

Teste padrão de germinação: foram usadas quatro repetições de 50 sementes por lote, semeadas em rolos de papel toalha, tipo Germitest, umedecidos com água o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocado para germinar a  $27^{\circ}\text{C}$ . As avaliações, para milho, foram realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura, e para soja, no quinto e oitavo dias. (BRASIL, 1992).

Teste de envelhecimento acelerado: para o envelhecimento das sementes de milho, foi usado o método da caixa plástica (McDONALD & PHANEENDRANATH, 1978) com dois procedimentos para dispô-las, sobre a tela. Primeiro, as sementes foram distribuídas em camada única em quantidade mínima suficiente para conter pelo menos 250 sementes (quando necessário, caso do milho, foram usadas duas caixas). No segundo, foi colocada uma amostra padrão pesando 100g (dependendo do tamanho e forma da semente este valor deve ser mais alto), de modo a permitir massa constante e quantidade de sementes suficientes para a instalar o teste de germinação e determinar o teor de água das mesmas, após o envelhecimento. Para soja, utilizou amostra padrão com 48g e, no segundo procedimento, as sementes foram distribuídas em camada única sobre a tela. No fundo das caixas plásticas ( $11,0 \times 11,0 \times 3,0\text{cm}$ ) foram colocados 40 mL de água destilada. As caixas com sementes de milho e soja foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD e em câmara jaquetada de água, esta de fabricação norte-americana, contendo dois compartimento calibrados separadamente com controles de temperatura e de umidade relativa. Para o milho, foram usadas as combinações de  $42^{\circ}\text{C}/96\text{h}$  e  $45^{\circ}\text{C}/72\text{h}$ . Para soja as temperaturas de  $41^{\circ}\text{C}$  e  $42^{\circ}\text{C}$ , ambas por períodos de 48 e 72 horas. Após cada períodos de envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar. A avaliação foi realizada no quarto dia, para sementes

de milho e no quinto para soja, após a semeadura. Paralelamente, realizou-se a determinação do teor de água das sementes, após cada período de envelhecimento.

Os dados foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 6 x 2 x 2 (seis lotes; duas temperaturas e duas formas de acondicionamento das sementes), com quatro repetições. A comparação das médias foi realizada por intermédio do teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No monitoramento do teor de água das sementes de milho, antes e imediatamente após o envelhecimento acelerado (Tabela 1), verificou-se aumento, mais acentuado, no teor de água nas sementes que foram acondicionadas em camada única, quando comparadas com peso (massa constante). Isto foi observado tanto nas sementes envelhecidas na câmara tipo BOD como na jaquetada de água. Inicialmente, as sementes encontravam-se com teores de água

Tabela 1 - Teor de água (%) de sementes de milho e soja, envelhecidas em câmaras de germinação tipo BOD e jaquetada de água (CJ), em função da forma de acondicionamento e da combinação período/temperatura.

Lotes	Inicial	42°C/96h				45°C/72h			
		BOD		CJ		BOD		CJ	
		Peso	C Única	Peso	C Única	Peso	C Única	Peso	C Única
Milho (105±3°C/24h)									
1	10,8	20,6	22,9	21,6	24,8	19,9	22,3	20,9	24,7
2	10,6	18,4	22,4	21,4	23,2	19,6	22,0	20,5	23,6
3	11,1	19,6	22,4	20,2	23,9	18,5	22,2	19,7	23,8
4	11,8	20,1	22,0	21,4	23,5	19,8	22,5	20,7	24,5
5	11,8	20,5	22,6	22,0	23,8	20,6	23,0	21,0	23,6
6	10,8	20,0	21,5	20,8	24,3	20,3	20,3	20,8	23,0
Médias	11,1	19,9	22,3	21,2	23,9	19,8	22,0	20,6	23,9
Milho (105±3°C/72h)									
1	11,3	22,1	24,8	22,9	25,4	22,4	23,4	21,7	24,2
2	11,4	19,7	24,7	23,0	24,1	21,7	23,9	21,6	23,7
3	11,5	20,5	24,6	22,3	24,2	20,3	23,0	21,0	22,7
4	11,9	21,4	23,6	23,0	24,2	21,3	22,8	21,9	24,0
5	12,1	21,8	24,2	22,5	24,6	22,0	23,0	21,7	24,2
6	11,8	22,4	23,1	22,5	25,0	20,1	22,6	21,8	23,3
Médias	11,7	21,3	24,2	22,7	24,6	21,3	23,1	21,6	23,7
42°C/48h									
Soja (105±3°C/24h)									
1	9,1	26,0	27,3	26,4	27,3	29,0	29,1	29,6	30,8
2	11,5	26,9	28,9	26,8	27,4	30,2	31,5	31,4	31,7
3	9,1	26,0	26,9	27,2	27,8	29,1	30,7	30,3	31,9
4	10,4	26,3	27,1	26,6	24,8	29,4	30,1	30,0	31,9
5	8,2	26,4	26,1	26,3	27,1	29,4	28,8	29,4	30,2
6	11,2	26,9	26,5	27,4	26,9	29,9	31,0	30,5	30,5
Médias	9,9	26,4	27,1	26,8	26,9	29,5	30,2	30,2	31,2
42°C/72h									
Soja (105±3°C/72h)									
1	9,2	26,3	27,4	26,6	27,6	30,0	29,4	30,7	31,4
2	11,5	27,2	28,6	27,2	27,2	30,0	30,6	31,3	31,5
3	9,8	27,1	26,6	27,5	27,1	29,0	30,9	30,2	32,5
4	10,8	26,4	27,4	26,8	23,8	29,4	31,4	30,5	31,1
5	8,8	26,7	26,3	25,9	27,2	29,6	28,9	30,0	30,8
6	11,4	27,8	26,7	28,4	26,8	31,2	31,4	31,0	31,6
Médias	10,3	26,9	27,2	27,1	26,6	29,9	30,4	30,6	31,5

variando de 10,6 a 12,1%, média de 11,1%. Após o envelhecimento, o teor médio de água variou de 19,8%, quando as sementes foram distribuídas com base no peso e envelhecidas em BOD, a 23,9% quando se trabalhou com a camada única na câmara jaquetada.

Analisando-se os resultados das combinações de temperatura e período de exposição das sementes, verifica-se que, no geral, 42°C/96h proporcionou maior aumento no teor de água quando comparado com 45°C/72h. Resultados semelhantes foram observados para sementes envelhecidas na BOD comparado à câmara jaquetada. Trabalhando com sementes de milho híbrido, FESSEL et. al. (2000) observaram que as combinações usando-se período de exposição das sementes por 96 horas, independente da temperatura associada, apresentaram também valores mais altos de umidade do que as combinações com 72 horas de exposição.

Considerando as combinações de temperatura/período de exposição, as formas de acondicionamento das sementes e os tipos de câmaras, verificou-se que os teores de água nas sementes determinados à temperatura de 105±3°C/72 horas, foram maiores em relação aos obtidos na determinação a 105±3°C/24 horas. Isto pode ser justificado considerando as observações de Hart citado por CARVALHO (1994), segundo o qual a secagem de sementes de milho por 72 horas proporcionou volatilização de compostos provenientes da matéria seca, como também água resultante da decomposição do produto.

Na tabela 2, encontram-se resultados da germinação inicial e após o envelhecimento acelerado referentes ao desdobramento da interação entre lotes

e combinações de temperaturas e períodos de exposição. Quanto à germinação inicial, os lotes 1 e 5 foram os de pior qualidade, não havendo diferença estatística entre os demais. Verifica-se que os lotes 2 e 6 foram os mais vigorosos, enquanto que os lotes 1 e 5 foram os de menor qualidade fisiológica, em ambas as combinações, 42°C/96h e 45°C/72h e em ambas as câmaras, BOD e jaquetada. Observa-se que maiores diferenças na germinação após envelhecimento ocorreram a 45°C. Esta diferença na germinação chegou a ser de 75%, variando de 89 a 14% na combinação 45°C/72h na câmara jaquetada de água, e de 81 a 10% na BOD. Para TOMES et. al. (1988), a elevação na temperatura promove redução mais drástica na germinação do que o prolongamento do período de exposição das sementes ao envelhecimento. Isto é importante, pois em se tratando de empresa produtora de sementes, a obtenção de resultados em períodos mais curtos é fundamental para as tomadas de decisão internas (MARCOS FILHO, 1999).

Analisando os valores de germinação dos lotes de sementes de milho dentro de cada forma de acondicionamento (Tabela 3), observa-se que os lotes 2 e 6 foram mais vigorosos, já 1 e 5 foram os de menor vigor, conforme também verificado na tabela 2. Estes resultados foram encontrados tanto na BOD como na jaquetada de água. Com exceção do lote seis, a forma de acondicionamento das sementes em camada única proporcionou maior germinação em relação às sementes acondicionadas de acordo com o peso das mesmas.

As sementes de soja utilizadas neste trabalho tiveram comportamento similar no que se refere à absorção de água em todas as combinações

Tabela 2 - Germinação inicial e após envelhecimento acelerado de sementes de milho em câmaras de germinação tipo BOD e Jaquetada de água (CJ), com duas combinações de temperatura e período de envelhecimento<sup>1</sup>.

Lotes	Inicial	42°C/96h		45°C/72h	
		BOD	CJ	BOD	CJ
		-----%-----			
1	88 B	38 D a	35 E a	10 D b	14 E b
2	99 A	95 A a	95 A a	77 A b	89 A b
3	98 A	92 AB a	85 B a	70 B b	76 B b
4	94 AB	87 B a	74 C a	52 C b	64 C b
5	89 B	78 C a	56 D a	15 D b	23 D b
6	99 A	96 A a	95 A a	81 A b	84 A b
CV(%) = 6,80 (BOD)					
CV(%) = 7,42 (CJ)					

<sup>1</sup>As médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 - Germinação inicial e após envelhecimento acelerado de sementes de milho em câmaras de germinação tipo BOD e Jaquetada de água (CJ), em função do tipo de acondicionamento das sementes na caixa plástica<sup>1</sup>.

Lotes	Inicial	BOD		CJ	
		Camada única	Peso	Camada única	Peso
1	88 B	33 D a	16 F b	41 C a	8 E b
2	99 A	93 A a	80 B b	96 A a	88 A b
3	98 A	89 A a	73 C b	90 AB a	71 B b
4	94 AB	81 B a	58 D b	83 B a	54 C b
5	89 B	49 C a	44 E b	45 C a	33 D b
6	99 A	91 A a	86 A a	95 A a	84 A a

CV(%) = 6,80 (BOD)  
CV(%) = 7,42 (CJ)

<sup>1</sup>As médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

de temperatura e período de exposição, às duas câmaras de envelhecimento e às duas formas de determinação do teor de água, ou seja, a absorção de água, em média, foi maior quando as sementes foram acondicionadas em camada única em relação aquelas que foram pesadas (Tabela 1). A variação foi de 26,4 a 31,5%, independente da qualidade das sementes. O monitoramento do teor de água das sementes após o envelhecimento é um bom procedimento para averiguar se o teste deve ser refeito ou não (TOMES et al., 1988), pois na combinação de 41°C por 48 horas, sementes de soja atingem teores de água entre 27 a 30% (BITTENCOURT et al., 1995). Se valores maiores ou menores ocorrem, isto pode significar sementes com maior ou menor grau de deterioração, respectivamente (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Usando a mesma temperatura e período de envelhecimento TOMES et al. (1988) obtiveram teores de água para sementes de soja, variando entre 28 e 30%, para umidade inicial de 8,0 a 13,5%.

Independente da temperatura, as sementes que foram envelhecidas em BOD e câmara jaquetada de água por um período de 72 horas mostraram sempre maiores percentuais de absorção de água (Tabela 1) em comparação a 48 horas. Esses resultados foram observados nas determinações de 105±3°C e 24 horas e a 105±3°C e 72 horas.

Em todas as combinações utilizadas para as sementes de soja (Tabela 4), o lote 4 mostrou-se com maior vigor e o lote 1 com menor vigor. Tanto na BOD (41°C) como na jaquetada (42°C), o período de envelhecimento de 72h foi mais estressante para as sementes que o de 48h.

Na tabela 5, encontram-se os dados de germinação das sementes de soja em função das

formas de acondicionamento. Verifica-se que não houve diferença entre os tipos de acondicionamento, camada única e peso, tanto para aquelas envelhecidas na BOD como na câmara jaquetada. O uso da camada única apresentou maior eficiência para separação dos lotes em sementes de milho. Porém, para sementes de soja, tanto a camada única, como o peso (massa constante) mostraram-se eficientes para classificar os lotes quanto ao vigor, apesar da não diferença estatística.

Quando se considera o efeito do equipamento, verifica-se que ambos foram eficientes, fato esse, já comprovado com sementes de feijão (SCAPPA NETO et al., 2001). Entretanto, por ser um equipamento nacional e de fácil manutenção a câmara tipo BOD mostra-se como mais interessante, pois apresenta menor custo, tanto do equipamento como de manutenção. Para um mesmo laboratório, é importante e necessário que a comparação de lotes seja feita com resultados obtidos com o mesmo equipamento. Os resultados mostram, portanto, que o envelhecimento acelerado para sementes de milho deve ser realizado usando-se 45°C/72h em câmara tipo BOD, com distribuição das sementes em camada única. No caso da soja, recomenda-se o uso de 42°C/48h, distribuição em camada única ou por peso, em câmara também do tipo BOD.

## CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos e a praticidade na rotina do laboratório recomenda-se: 1) o uso da distribuição das sementes em camada única

Tabela 4 - Germinação inicial e após envelhecimento acelerado de sementes de soja em câmaras de germinação tipo BOD e Jaquetada de água (CJ), com duas combinações de temperatura e período de envelhecimento<sup>1</sup>.

Lotes	Inicial	BOD		CJ	
		41°C/48h		41°C/72h	
-----%-----					
1	93 A	72 C	62 D	57 D	54 C
2	96 A	87 AB	82 AB	63 CD	73 B
3	94 A	79 BC	77 BC	68 BC	70 B
4	98 A	92 A	90 A	78 A	86 A
5	93 A	78 BC	73 C	59 D	60 C
6	94 A	81 BC	86 A	77 AB	70 B
C.V.(%) = 8,95 (BOD)					
C.V.(%) = 9,38 (CJ)					
Lotes	Inicial	BOD		CJ	
		42°C/48h		42°C/72h	
-----%-----					
1	93 A	65 E	52 C	48 D	37 D
2	96 A	82 BC	83 A	83 AB	64 BC
3	94 A	75 CD	69 B	60 C	65 B
4	98 A	94 A	86 A	89 A	84 A
5	93 A	71 DE	64 B	63 C	55 C
6	94 A	87 AB	73 B	74 B	58 BC
CV(%) = 8,95 (BOD)					
CV(%) = 9,38 (CJ)					

<sup>1</sup>As médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Germinação inicial e após envelhecimento acelerado de sementes de soja em câmaras de germinação tipo BOD e Jaquetada de água (CJ), em função do tipo de acondicionamento das sementes na caixa plástica<sup>1</sup>.

Lotes	Inicial	BOD		CJ	
		Camada única	Peso	Camada única	Peso
-----%-----					
1	93 A	62 A	68 A	63 A	54 A
2	96 A	70 A	81 A	76 A	80 A
3	94 A	72 A	76 A	76 A	72 A
4	98 A	85 A	86 A	89 A	88 A
5	93 A	72 A	65 A	69 A	64 A
6	94 A	75 A	83 A	83 A	74 A
CV(%) = 8,95 (BOD)					
CV(%) = 9,38 (CJ)					

<sup>1</sup>As médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

para milho e soja, 2) o uso de câmara tipo BOD para o envelhecimento de sementes das duas espécies, e 3) o uso da combinação 45°C/72h para o milho e para a soja 42°C/48h.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, S.R.M. et al. Comparação de dois tipos de germinadores como câmara de envelhecimento acelerado.

- Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.69-74, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília : SNAD/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M. **A Secagem de sementes**. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, 1994. 165p.
- FESSEL, S.A. et al. Temperatura e período de exposição no teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.163-170, 2000.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3ed. Zurich : ISTA, 1995. 117p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, supplement, 335p, 1996.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina : ABRATES, 1999. 218p. Cap.1, p.1-21.
- MARCOS FILHO, J.; VINHA, J.L. Teor de umidade da semente, condições de armazenamento e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. **O Solo**, Piracicaba, v.72, n.1, p.21-26, 1980.
- MCDONALD, M.B.; PHANEENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging vigor test procedure. **Journal of Seed Technology**, Spring Field, v.3, n.1, p.27-37, 1978.
- SCAPPA NETO, A. et al. Efeito do teor inicial de água de sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.747-751, 2001.
- TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technol**, Lincoln, v.12, n.1, p.24-36, 1988.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, 1994. p.31-47.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina : ABRATES, 1999. 218p. Cap.4, p.1-26.