

# Envelhecimento acelerado em sementes de milho: teor de água da semente e variações na temperatura e umidade relativa do ar em função do tipo de câmara<sup>(1)</sup>

**Roberval Daiton Vieira<sup>(2)</sup>, Angelo Scappa Neto<sup>(3)</sup>, Sônia Regina de Mudrovistch Bittencourt<sup>(4)</sup>, Maristela Panobianco<sup>(5)</sup>, Clovis Alberto Volpe<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Parte do trabalho apresentado pelo segundo autor à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como exigência para graduação em Agronomia, com bolsa de Iniciação Científica da FAPESP.

<sup>(2)</sup> Autor para correspondência. Departamento de Produção Vegetal, Unesp-FCAV. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. Bolsista do CNPq. rdvieira@fcav.unesp.br

<sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo, Monsanto do Brasil Ltda. Rodovia Uberlândia-Araxá, BR 452, km 149. CEP 34405-232, Uberlândia (MG), Brasil. angelo.scappa@monsanto.com

<sup>(4)</sup> Engenheira Agrônoma, Dra, Analista em Ciência e Tecnologia, Ministério da Ciência e Tecnologia, Assessoria Técnica da CTNBio. sregina@mct.gov.br

<sup>(5)</sup> Engenheira Agrônoma, Dra. maris-pa@uol.com.br

<sup>(6)</sup> Departamento de Ciências Exatas, Unesp-FCAV. cavolpe@fcav.unesp.br

## Resumo

A pesquisa teve por objetivo avaliar a influência do teor de água inicial da semente e das variações de temperatura e umidade relativa do ar, provocada pelo tipo de câmara incubadora utilizada durante o teste de envelhecimento acelerado, sobre o teor de água e a germinação de sementes de milho. Para tanto, quatro lotes de sementes de milho tiveram seus teores de água ajustados para 8, 10 e 12%, sendo submetidos ao envelhecimento em câmaras do tipo BOD e jaquetada de água, durante 72 h, a 45 °C; o monitoramento das variações de temperatura e umidade relativa do ar, no interior das câmaras, foi realizado utilizando-se de termopares de cobre-constantan. Tanto o teor de água quanto a germinação das sementes, após o período de condicionamento, foram influenciados pelo tipo de equipamento utilizado. Pelos resultados obtidos, concluiu-se que os dois equipamentos apresentaram condições técnicas para a condução do teste de envelhecimento acelerado; particularmente no Brasil, pode-se recomendar a câmara tipo BOD, em função do custo de aquisição e da facilidade de manutenção.

**Palavras-chave adicionais:** *Zea mays*; câmara de envelhecimento; vigor.

## Abstract

VIEIRA, R. D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M.; VOLPE, C. A. Accelerated aging of corn seeds: seed water content, temperature and air relative humidity variations due to the chamber type. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 7-11, 2005.

This work was carried out in order to evaluate the effect of the initial water content of seeds, and the variations of temperature and air relative humidity in different types of chambers, during seed aging, on water content and germination of corn seeds. The water content for four corn seed lots was adjusted to 8, 10 and 12%, and then aged for 72 hours at 45 °C, using two chambers: water jacketed and BOD Incubator types. During the aging period, the temperature and air relative humidity in the chambers were monitored using copper-constantan thermocouples. Both seed water content and germination after seed aging were influenced by the type of equipment. The results show that the two types of equipment display technical conditions to be used for the accelerated aging test; however, under present Brazilian conditions, the BOD Incubator would be more adequate due to its lower cost and easier maintenance.

**Additional keywords:** *Zea mays*; aging chamber; vigor.

## Introdução

O teste de envelhecimento acelerado pode ser utilizado como ferramenta importante para auxiliar a tomada de decisões em diferentes etapas da produção e do uso das sementes, sendo considerado como um dos métodos mais empregados para a determinação do potencial fisiológico das sementes, em razão da

possibilidade de padronização de métodos e reprodutibilidade de resultados (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983; TOMES et al., 1988) e da eficiência para estimar o potencial de armazenamento de lotes de sementes, além de proporcionar boa relação com a emergência de plântulas em campo de várias espécies.

O princípio do teste baseia-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada

consideravelmente por meio de sua exposição a níveis adversos de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e na velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999). Assim, verifica-se que amostras com baixo vigor apresentam diminuição mais acentuada de sua viabilidade quando submetidas a essa situação, enquanto sementes mais vigorosas são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais após serem submetidas ao envelhecimento (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

Alguns fatores, no entanto, podem afetar e/ou dificultar a consistência dos resultados obtidos; dentre esses, o teor de água durante o período de condicionamento merece destaque (MARCOS FILHO & VINHA, 1980; TOMES et al., 1988). Quando sementes de várias amostras apresentam teores iniciais de água muito distintos, há variação acentuada na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento acelerado e, certamente, diferenças na intensidade de deterioração. Por outro lado, um dos principais indicadores da uniformidade das condições do teste é o teor de água das sementes ao final do período de condicionamento; variações acentuadas entre as amostras podem determinar a necessidade de repetição do teste.

Outro problema enfrentado pelos laboratórios de análise de sementes refere-se ao uso de equipamentos não confiáveis tecnicamente. Variações acentuadas de temperatura e de umidade relativa durante o período de envelhecimento podem comprometer a consistência dos resultados do teste. A disponibilidade de equipamentos com maior precisão, para a manutenção da temperatura, é fundamental para evitar a condensação de água no interior da tampa da caixa de plástico (minicâmara) e, conseqüentemente, a contaminação por fungos (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do teor de água inicial da semente e das variações de temperatura e umidade relativa do ar, provocada pelo tipo de câmara incubadora utilizada durante o teste de envelhecimento acelerado, sobre o teor de água e a germinação de sementes de milho.

## Material e métodos

Foram utilizados quatro lotes de sementes de milho, dos híbridos XL-251, XL-360, XL-370 e XL-660, que apresentavam, inicialmente, 96, 88, 80 e 71% de germinação e teores de água de 11,3; 10,9; 8,9 e 9,2%, respectivamente.

Antes do início do teste de envelhecimento acelerado, o teor de água das sementes de cada lote foi ajustado para 8, 10 e 12%. Em seguida, as amostras foram submetidas ao referido teste em dois

equipamentos: câmara de germinação tipo BOD (modelo 347 CDG, FANEM) e câmara jaquetada de água (modelo 3015, VWR Scientific), previamente regulados à temperatura de 45 °C, por 72 horas (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Utilizou-se do método das caixas de plástico, proposto por McDONALD & PHANEENDRANATH (1978).

Após o período de condicionamento, determinou-se o teor de água das sementes pelo método da estufa a 105±3 °C, por 24 horas, seguindo-se as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel, previamente umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato, a 25 °C; a avaliação da porcentagem de plântulas normais foi feita de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Para o monitoramento das variações de temperatura e umidade relativa do ar no interior das câmaras e das caixas de plástico, foram utilizados termopares de cobre-constantan, conectados a um armazenador de dados ("Datalogger", marca Campbell Scientific, modelo 21 XL), programado para realizar leituras freqüentes em intervalos de 10 minutos, durante todo o período de envelhecimento. Nas câmaras de envelhecimento, os termopares foram instalados nas repartições destinadas ao acondicionamento das caixas de plástico, em três posições centrais das partes superior, mediana e inferior. As caixas de plástico, contendo as sementes, foram colocadas aleatoriamente sobre as bandejas localizadas nas três posições das câmaras. Foram realizadas adaptações nas caixas de plástico (minicâmaras), efetuando-se duas perfurações (5,0 mm de diâmetro) em uma das faces laterais de cada caixa, acima do nível da bandeja de aço inox, onde foram introduzidos dois termopares (sensores seco e úmido).

Os termômetros de bulbo seco possibilitaram obter, diretamente no armazenador de dados, os valores de temperatura do ar no interior das câmaras de envelhecimento e das caixas de plástico. A umidade relativa do ar nesses ambientes foi determinada empregando-se as seguintes equações:

$$UR = (e / e_s) \times 100, \text{ em que:} \quad (1)$$

UR = umidade relativa do ar (%);

$$e = \text{pressão atual de vapor (mb)} = e_{s(T)} - A \times P (T - T') \quad (2)$$

$$e_{s(T)} = 6,1078 \times 10^{[7,5T' / (237,3 + T')]} = \text{pressão de saturação de vapor d'água para a temperatura do bulbo úmido;} \quad (3)$$

A = 80 × 10<sup>-5</sup> = constante psicrométrica;

P = pressão atmosférica média do local (940 mb);

T = temperatura do bulbo seco (°C);

T' = temperatura do bulbo úmido (°C);

$e_s = 6,1078 \times 10^{[7,5T / (237,3 + T)]}$  = pressão de saturação do vapor de água para a temperatura do ar (mb). (4)

Para a análise estatística, usou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3x2 (lotes, teores de água da semente e câmaras de envelhecimento), com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Comparando-se os equipamentos, os teores de água obtidos após o período de envelhecimento tiveram sempre valores mais elevados na câmara jaquetada (em média, de 24,8 a 25,1%) em comparação com a do tipo BOD, independentemente do teor de água inicial das sementes (Tabela 1), indicando influência do equipamento utilizado sobre os valores do teor de água obtido no final do teste. Resultados semelhantes foram

De modo geral, os valores de germinação após o envelhecimento foram menores quando se utilizou a câmara jaquetada de água (Tabela 2). Este fato pode ser atribuído à maior umidade relativa do ar ocorrida nessa câmara, inclusive no interior das caixas de plástico, proporcionando maior teor de água após o envelhecimento (Tabela 1) e, conseqüentemente, maior grau de deterioração das sementes. Os resultados obtidos ressaltam a importância de se utilizar um único tipo de câmara incubadora para comparação de resultados entre os lotes.

Na Figura 1, são apresentados os valores médios das temperaturas máxima e mínima do ar no interior da câmara jaquetada (1A) e da BOD (1B). A maior variação entre as temperaturas ocorreu no período de zero a seis horas de envelhecimento, na jaquetada de água. Para o envelhecimento realizado na BOD, verificaram-se, em geral, temperaturas semelhantes entre os períodos avaliados; vale salientar que, neste tipo de equipamento, a variação entre as temperaturas máxima e mínima seguiu o mesmo padrão em todo o período de envelhecimento.

**Tabela 1** – Teores de água (TA) de quatro lotes de sementes de milho (com teores iniciais ajustados para 8, 10 e 12% de água) após período de envelhecimento acelerado em dois tipos de câmara incubadora: BOD e jaquetada de água.

*Table 1 - Water content (TA) of four corn seed lots (with the initial level adjusted to 8, 10 and 12% of water) after a period of accelerated aging in two types of incubator chambers: BOD and water jacketed.*

Lote/Lot	Teor de água inicial (%) / Initial water content (%)					
	8		10		12	
	BOD	Jaquetada/Jacketed	BOD	Jaquetada/Jacketed	BOD	Jaquetada/Jacketed
	.....TA após envelhecimento (%) / TA after aging (%) .....					
1	21,2	25,4	22,4	25,1	21,9	24,8
2	20,4	24,0	20,3	24,1	20,4	23,9
3	19,6	24,5	21,4	24,5	20,9	24,6
4	19,3	25,3	22,9	26,7	25,5	25,9
Média/Mean	20,1	24,8	21,7	25,1	22,2	24,8

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

verificados por SCAPPA NETO et al. (2000, 2001), com sementes de soja e feijão, respectivamente.

Com relação à porcentagem de germinação obtida após o envelhecimento (Tabela 2), na câmara do tipo BOD, a germinação não sofreu efeito dos teores iniciais de água, exceto para o lote três, quando submetido ao condicionamento com 10 e 12% de água. Por outro lado, na câmara do tipo jaquetada, foram observadas variações significativas na porcentagem de germinação, em função do teor de água inicial, especialmente quando as sementes estavam com 12% de água; no entanto, este fato não afetou a classificação dos lotes quanto ao vigor. As sementes mais úmidas são mais sensíveis às condições do teste; portanto, como os efeitos do envelhecimento acelerado são atenuados em sementes com teores de água mais baixos, é conveniente a sua uniformização antes do início do teste (MARCOS FILHO, 1999).

Os dados de umidade relativa do ar (UR), no interior das câmaras de envelhecimento (BOD e jaquetada de água) e das caixas de plástico, estão apresentados na Figura 2. Após as primeiras 12 horas de condicionamento, a UR no interior das caixas de plástico permaneceu entre 91 e 93% na câmara tipo BOD, enquanto, na jaquetada, os valores estiveram acima de 95%. Adicionalmente, a câmara jaquetada de água apresentou UR mais elevada no seu interior (93 a 98%), quando comparada à BOD (65 a 72%), ao longo das 72 horas de condicionamento. Isto porque a BOD, no seu funcionamento, provoca retirada de água do ambiente interno, porém não afeta a UR dentro da caixa de plástico (câmara interna) de modo expressivo (Figura 2). Nos dois equipamentos testados, os menores valores obtidos para UR sempre ocorreram nas primeiras horas de envelhecimento das sementes (0-12 horas).

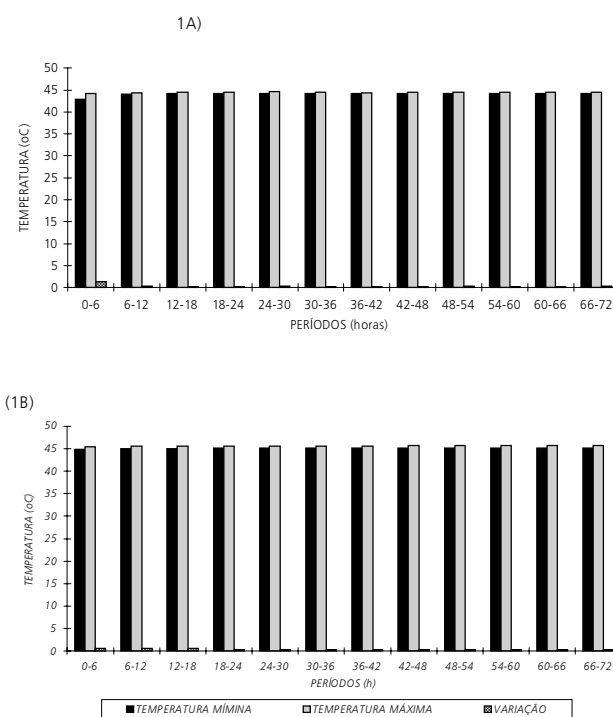
**Tabela 2** – Germinação de quatro lotes de sementes de milho (com teores iniciais ajustados para 8, 10 e 12% de água), obtida após período de envelhecimento acelerado em dois tipos de câmara incubadora: BOD e jaquetada de água.

*Table 2 - Germination of four corn seed lots (with the initial level adjusted to 8, 10 and 12% of water) after a period of accelerated aging in two types of incubator chambers: BOD and water jacketed.*

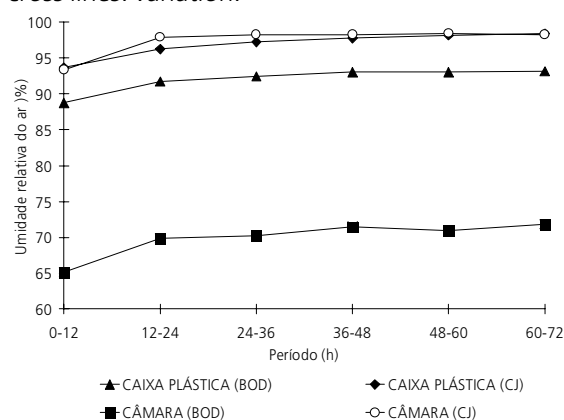
Lote/ Lot	Teor de água inicial (%)/ Initial water content (%)			Média/ Mean
	8	10	12	
<b>Câmara incubadora do tipo BOD/ BOD incubator chamber</b>				
1	91aA	89aA	90aA	90
2	83bA	82bA	82bA	82
3	37cA	28cB	28cB	31
4	9dA	7dA	8dA	8
Média Mean	55	51	52	-
CV(%)	5,8			
<b>Câmara incubadora do tipo jaquetada de água/ Water jacketed incubator chamber</b>				
1	81aAB	87aA	74aB	80
2	78aA	80aA	78aA	78
3	35bA	27bB	21bB	28
4	11cA	8cAB	4cB	8
Média Mean	51	50	44	-
CV(%)	8,7			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente. Means followed by the same capital letter in the same line, and the same small letter in the same column are not significantly different. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Embora tenham sido verificadas diferenças entre as câmaras, ambas apresentaram condições técnicas para a condução do teste de envelhecimento acelerado. Recomenda-se, porém, que a comparação dos resultados obtidos deva ser realizada mediante a utilização do mesmo equipamento. Para as condições brasileiras, a câmara do tipo BOD pode ser mais interessante, uma vez que se trata de um equipamento nacional, com menor custo de manutenção e maior facilidade para aquisição. Vale salientar que a câmara jaquetada de água funciona adequadamente, com manutenção das temperaturas internas, quando é mantida em local onde a temperatura não apresenta grande variação entre a máxima e a mínima, exigindo, assim, ambiente climatizado.



**Figura 1** – Variação das temperaturas máxima e mínima do ar, no interior das câmaras jaquetada de água (1A) e tipo BOD (1B), durante o período de envelhecimento acelerado de sementes de milho. *Figure 1 - Maximum and minimum air temperature variation inside the water jacketed chamber (1A) and the BOD chamber (1B) during periods (hours) of accelerated aging of corn seeds. Dots: minimum temperatures; parallel lines: maximum temperatures; cross lines: variation.*



**Figura 2** – Variação da umidade relativa do ar, no interior das câmaras de envelhecimento BOD e jaquetada de água (CJ) e das caixas de plástico, durante o período de envelhecimento acelerado de sementes de milho. *Figure 2 - Air relative humidity (%) variation inside the BOD chamber, the water jacketed chamber (CJ), and the plastic boxes during periods (hours) of accelerated aging of corn seeds. Dots: minimum temperatures; parallel lines: maximum temperatures; cross lines: variation. ▲: plastic box (BOD); ◆: plastic box (CJ); ■: chamber (BOD), □: chamber (CJ).*

## Conclusões

Tanto o teor de água quanto a germinação de sementes de milho, após o período de envelhecimento acelerado, foram influenciados pelo tipo de equipamento utilizado.

Os dois equipamentos apresentaram condições técnicas para a condução do teste de envelhecimento acelerado; particularmente no Brasil, é recomendável a utilização da câmara do tipo BOD, em função do menor custo para aquisição e da facilidade de manutenção.

## Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. The seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigor test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

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

MARCOS FILHO, J.; VINHA, J. L. Teor de água 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**, Lincoln, v.3, n.1, p.27-37, 1978.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; VOLPE, C. A. Efeito do teor inicial de água em sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.747-751, 2001.

SCAPPA NETO.; BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; VOLPE, C. A.; CARVALHO; N. M. Variação do teor de água em sementes de soja e da temperatura e umidade relativa do ar no interior das câmaras no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.2, p.78-85, 2000.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p.24-36, 1988.

Recebido em 14-1-2004.

Aceito para publicação em 21-2-2005.