

AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MILHO ATRAVÉS DO TESTE DE ENVELHECIMENTO PRECOCE¹

CARLOS ALBERTO SCOTTI² e OSVALDO PEREIRA GODOY³

RESUMO - Sementes de quatro cultivares de milho ('Ag-152', 'Hmd-7974', 'Centralmex' e 'Cateto'), classificadas em três tamanhos, foram comparadas quanto ao seu vigor, pela aplicação de diferentes períodos de envelhecimento precoce. A avaliação dos efeitos foi efetuada através de testes de germinação (em laboratório) e de velocidade de emergência (em campo). Nos trabalhos de laboratório, foram observados efeitos significativos, favorecendo sementes grandes; verificaram-se diferenças no vigor entre as cultivares testadas e a necessidade de estudos específicos de diferentes períodos de envelhecimento para as cultivares, em razão de diferenças encontradas na sensibilidade das mesmas ao teste.

Termos para indexação: milho, sementes, vigor.

INTRODUÇÃO

No beneficiamento do milho (*Zea mays* L.), a prática usual de se classificar as sementes em diferentes tamanhos, garante ao mercado consumidor um produto mais homogêneo e de fácil manuseio. Essa classificação, realizada com auxílio de peneiras de perfurações que variam quanto a forma e tamanho, resulta em frações de sementes com tamanhos diferentes.

A análise do vigor dessas sementes, através de testes de envelhecimento precoce, seria de interesse, pois poderia indicar qual a capacidade das diferentes classes suportarem um armazenamento prolongado e qual a possibilidade das mesmas germinarem satisfatoriamente em diferentes condições ambientais.

O presente trabalho realizado em condições de laboratório e de campo, junto ao Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ - USP, Piracicaba, teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes provenientes de peneiras de classificação comercial, de algumas cultivares de

milho, quando submetidas a diferentes períodos de envelhecimento precoce.

REVISÃO DA LITERATURA

É relativamente pequeno o número de trabalhos encontrados na literatura e que se referem especificamente ao tamanho, ao vigor e à aplicação de testes de envelhecimento precoce em sementes de milho.

Assim, em relação ao tamanho de sementes, HOFFMANN (1925) em estudo comparativo de sementes grandes e pequenas de milho doce, observou que plântulas resultantes de sementes grandes eram maiores e atingiam os estágios de perfilhamento, florescimento e maturação cerca de cinco dias antes do que aquelas resultantes de sementes pequenas. BARNES (1959) trabalhando também com sementes de milho doce, observou, em testes de vigor efetuados em laboratório que sementes grandes apresentavam maiores valores de germinação e plântulas mais vigorosas do que sementes pequenas; em condições de campo, plantas provenientes das sementes maiores eram mais altas no início do desenvolvimento, porém esta vantagem inicial desaparecia por ocasião do florescimento. Ainda em relação a milho doce, CAMERON et al. (1962 a, b) obtiveram em condições de campo resultados semelhantes aos conseguidos por BARNES e verificaram também, em três anos de estudos, que quando as condições de clima eram adversas, havia menor germinação nas parcelas semeadas com sementes menores.

ZINSLEY & VENCOVSKI (1968) utilizaram sementes grandes, médias e pequenas de vários híbridos

¹ Aceito para publicação em 14 de fevereiro de 1979. Este trabalho é parte da tese do primeiro autor para a obtenção do grau de M.Sc. em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

² Eng.^o Agr.^o M.Sc. - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná IAPAR, Caixa Postal 1331 - 86.100 - Londrina, PR.

³ Eng.^o Agr.^o Professor Adjunto - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ-USP, 13.400 - Piracicaba, SP.

dos e variedades que foram testadas em ensaios de campo por três anos, tendo verificado que os contrastes entre sementes grandes e sementes pequenas foram altamente significativos quando avaliaram a percentagem de germinação e o rendimento, com vantagens para sementes grandes.

Quanto ao vigor das sementes e o comportamento das plantas há uma certa concordância nas pesquisas realizadas, de que o vigor influencia a emergência e o crescimento inicial das plântulas; em relação a rendimentos obtidos, alguns resultados são discordantes. Assim, DUNGAN & KOEHLER (1944) já afirmavam que o decréscimo no rendimento, em sementes velhas de milho era devido, principalmente, à redução no número de plantas por área, e em menor grau à diminuição da produção de cada planta. GRABE (1967), por outro lado, observou que a produção de plantas provenientes de sementes de baixo vigor foi de 10 a 13% menor do que aquela proveniente de sementes de alto vigor, considerando-se populações normais.

Para se avaliar o vigor das sementes, o método do envelhecimento rápido tem sido utilizado em milho. HELMER (1967) observou em três lotes de sementes que apresentavam idênticas percentagens iniciais de germinação, uma perfeita concordância entre a viabilidade das sementes após o envelhecimento em câmaras com 100% de umidade relativa do ar e 40-50°C de temperatura por espaço de tempo de 152 horas, e o armazenamento dessas sementes por 24 semanas à uma umidade relativa do ar entre 30 e 75%.

ZINK (1970) analisou oito lotes de sementes de milho produzidos no Estado de São Paulo através do mesmo teste e observou que os resultados da germinação após seis, doze e 18 meses de armazenamento eram semelhantes aos verificados para a germinação após o envelhecimento, no início do ensaio.

GOFF (1971) submeteu sementes de algumas variedades a 40,5°C e 100% de umidade relativa do ar por 132 horas, e após 18 meses de armazenamento, concluiu que o envelhecimento rápido permitiu detectar diferenças de vigor em lotes com as mesmas percentagens iniciais de germinação, e que algumas variedades foram mais afetadas pelo teste do que outras.

SILVEIRA (1974) observou diferenças no vigor

em quatro cultivares de milho ('Ag-152', 'Hmd-7974', 'Centrilmex' e 'Cateto') após o envelhecimento das sementes por cinco dias; 'Cateto', 'Hmd-7974' apresentaram, respectivamente, os maiores e menores índices de vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

Para cada uma das quatro cultivares de milho foram selecionadas três classes de sementes provenientes da classificação em duas peneiras de perfurações circulares e em uma peneira de perfurações oblongas. Para as cultivares 'Ag-152', 'Hmd-7974' e 'Centrilmex' foram consideradas como pequenas (P) as sementes de forma arredondada retidas em peneiras de perfurações oblongas medindo 6,35 x 19,05 mm (16/64 x 3/4"); como sementes médias (M) e grandes (G) aquelas retidas em peneiras de perfurações circulares de, respectivamente, 7,94 mm e 9,53 mm (20/64" e 24/64") de diâmetro. Para a cultivar 'Cateto', em virtude do menor tamanho das sementes, foram consideradas como pequenas sementes retidas nas peneiras de perfurações oblongas com dimensões de 5,56 x 19,05 mm, 5,95 x 19,05 e 6,35 x 19,05 (14/64 x 3/4", 15/64 x 3/4" e 16/64 x 3/4") e como médias e grandes aquelas retidas, respectivamente, em peneiras de perfurações circulares de 7,14 mm e 7,94 mm (18/64" e 20/64") de diâmetro; como sementes pequenas foram utilizadas três peneiras oblongas em virtude dos baixos valores percentuais encontrados em cada peneira isolada.

Na Tabela 1 acham-se relacionadas as dimensões e rendimentos das peneiras, pesos de 100 sementes e a percentagem inicial de germinação das classes de sementes, nas cultivares estudadas, determinados conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1967).

As sementes de cada classe de tamanho, expurgadas e tratadas preventivamente contra insetos foram armazenadas em câmara seca, para utilização nos testes de germinação e vigor.

Envelhecimento precoce das sementes

As sementes de cada classe foram submetidas a dois períodos de envelhecimento precoce, respectivamente, 72 e 120 horas. A escolha desses períodos baseou-se em trabalhos realizados por ZINK

TABELA 1. Relação das peneiras, rendimento percentual, peso de 100 sementes corrigido para umidade padrão (11%) e percentagem inicial de germinação, de cultivares de milho

Cultivar	Peneira (mm)	Rendimento (%)	Peso 100 sem. (g)	Germinação (%)
'Ag-152' (híbrido duplo amarelo mole)	(P) 6,35 x 19,05	4,2	44,27	96
	(M) 7,94	31,6	28,26	98
	(G) 9,53	21,1	39,08	97
'Hmd-7974' (híbrido duplo amarelo semi-dentado)	(P) 6,35 x 19,05	3,1	35,62	91
	(M) 7,94	7,6	27,52	92
	(G) 9,53	30,5	39,47	93
'Centalmex' (Sintético amarelo semi-dentado)	(P) 6,35 x 19,05	1,3	37,94	88
	(M) 7,94	8,0	25,17	91
	(G) 9,53	27,9	38,58	94
'Cateto' (Cultivar de grãos alaranjados, duros e pequenos)	(P) 5,56, 5,95, 6,35 x 19,05	5,8	22,74	98
	(M) 7,14	19,0	20,18	98
	(G) 7,94	16,5	24,04	98

(1970) e GOFF (1971). Como câmara de envelhecimento foi utilizado um germinador Burrows adaptado, conforme descrição de WETZEL (1972) regulado para proporcionar temperatura de 40°C $\pm$ 2 e 100% U.R.

Testes de germinação (em laboratório)

Num período de oito meses, (de setembro de 1972 a maio de 1973), foram realizados três testes de germinação, a intervalos de quatro meses. Para estes testes utilizou-se um germinador dotado de sistema de circulação de ar e água. Por ocasião dos testes, amostras das sementes armazenadas eram retiradas da câmara seca e submetidas ao envelhecimento precoce. Após os períodos de envelhecimento, foi efetuado o Teste Padrão de Germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1967).

Testes de velocidade de emergência (no campo)

Estes testes foram instalados em canteiros, adotando-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. O solo foi preparado com auxílio de micro-trator sendo o canteiro sulcado, no sentido de sua largura (4,0 m), a cada 20 cm e a profundidade de 10 cm.

As sub-amostras de sementes a serem submetidas aos dois períodos de envelhecimento precoce

foram colocadas na câmara de envelhecimento de maneira a fazer coincidir a retirada de todos os tratamentos num mesmo dia, procedendo-se a seguir a semeadura.

Na semeadura, considerou-se cada linha de 4,0 m como uma repetição, utilizando-se 50 sementes por sulco, espaçadas entre si 8 cm, cobertas com 5 cm de terra.

O solo foi mantido com umidade suficiente para favorecer a emergência das plântulas, que ocorreu cinco dias após a semeadura. A partir desta data foram efetuadas contagens diárias do número de plântulas emergidas, até que esse número se mantivesse constante, o que se deu na oitava contagem.

Análise estatística

Os dados dos testes de germinação em laboratório e de percentagem de emergência, em canteiro, foram previamente transformados em $\arcsin \sqrt{\%}$ (SNEDECOR 1945). Para velocidade de emergência os dados obtidos foram transformados em índice de velocidade de emergência conforme MAGUIRE (1962).

Para avaliação estatística dos valores obtidos em todos os testes, adotou-se esquema experimental encontrado em GOMES (1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise conjunta dos três testes de laboratório

Os resultados obtidos na análise de variância dos testes de germinação efetuados em laboratório são encontrados na Tabela nº 2. Nas Tabelas números 3 e 4, respectivamente, são encontradas as médias das interações cultivares x peneiras e cultivares x testes x envelhecimentos.

Analisando-se o comportamento das cultivares dentro das peneiras (Tabela nº 3), verifica-se que para os três tamanhos de sementes os resultados se assemelham: 'Cateto' apresentou as médias mais

elevadas, seguindo-se a cultivar 'Ag-152' e 'Hmd-7974' e 'Centralmex' se equivalendo, com os valores mais baixos de germinação. Quanto ao efeito dos tamanhos dentro das cultivares observa-se que para 'Ag-152' e 'Cateto' as sementes grandes e médias foram superiores às pequenas; na cultivar 'Hmd-7974' sementes grandes se destacaram das demais, e na cultivar 'Centralmex' destacou-se a semente grande em relação à pequena. Portanto, em qualquer caso, sementes grandes superaram as pequenas.

Em relação as diferenças encontradas entre as cultivares, deve ser ressaltado que as mesmas

TABELA 2. Análise conjunta da variância dos testes de laboratório.

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultiv. (C)	3	13.883,0967	4.627,6989	173,72**
Peneiras (P)	2	1.534,1001	767,0501	28,79**
Envelh. (E)	2	748,4542	374,2271	14,05**
C x E	6	825,5215	137,5869	5,16**
C x P	6	362,0830	60,3472	2,27*
P x E	4	49,0721	12,2680	0,4605
C x P x E	12	300,8794	25,0733	0,9412
(Trat.) (Tr)	(35)	(17.703,2070)	(505,8059)	(18,99)
Tr x T	(70)	(3.792,5853)	(54,1798)	(2,03)
C x T	6	346,5322	57,7554	2,17*
P x T	4	53,7368	13,4342	0,5043
E x T	4	1.415,9075	353,9769	13,29**
C x E x T	12	722,7248	60,2271	2,26*
C x P x T	12	346,3028	28,8586	1,08
P x E x T	8	358,6951	44,8369	1,68
C x P x E x T	24	548,6861	22,8619	0,8582
Testes (T)	(2)	(20,6246)	(10,3123)	(0,3871)
Resíduo	324	7.335,1146	26,6392	.
TOTAL	431	28.851,5315	.	.
C.V. =				7,11%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 3. Testes de laboratório - Médias obtidas para a interação cultivares x peneiras. (arc. sen $\sqrt{\%}$)

Peneiras	Cultivares			
	'Ag-152'	'Hmd-7974'	'Centralmex'	'Cateto'
Pequenas	72,08	63,95	66,57	78,09
Médias	75,56	65,13	68,07	82,38
Grandes	75,60	70,40	70,60	82,51

d.m.s. (Tukey) - entre peneiras = 2,87
5% - entre cultivares = 3,14

apresentaram diferenças morfológicas e genéticas. 'Cateto' e 'Centralmex', o primeiro, de grãos alaranjados, duros e pequenos, e o segundo, sintético amarelo semi-dentado, representaram duas variedades de polinização aberta, obtidas por diferentes métodos de seleção. 'Ag-152' e 'Hmd-7974', o primeiro de endosperma amarelo mole e o segundo semi-dentado, são dois híbridos duplos que além de menores diversidades genéticas em relação às variedades, têm origens de materiais diferentes.

A Tabela n.º 4 mostra que as sementes armazenadas em câmara seca durante o período de realização dos ensaios conservaram seu poder germinativo. Com efeito, verifica-se no tratamento testemunha (envelhecimento zero dias), que não houve diferenças entre testes para cada uma das cultivares. Houve uma exceção referente aos dois híbridos no segundo teste, mas o fato de não ter havido diferença significativa entre o primeiro e o terceiro

teste para esses híbridos, demonstrou que em câmara seca, por um espaço de oito meses, as sementes mantiveram o seu poder germinativo.

Ainda na Tabela n.º 4 verifica-se que o comportamento de cada cultivar relativamente aos períodos de envelhecimento seguiu uma norma geral: assim é que 'Cateto' revelou-se ser o mais vigoroso e 'Hmd-7974' o de menor vigor; 'Centralmex' e 'Ag-152' ocuparam posição intermediária. Também as diferentes respostas das cultivares aos períodos de envelhecimento confirmaram os resultados obtidos nos trabalhos de GOFF (1971) e SILVEIRA (1974), o deste último conduzido com as mesmas cultivares utilizadas no presente trabalho.

Testes de velocidade de emergência em canteiro

A análise da variância dos valores de índice de velocidade de emergência observados nos testes em canteiro encontra-se na Tabela n.º 5; as médias obtidas para a interação cultivares x envelhecimento, na Tabela n.º 6.

Os resultados obtidos demonstraram que, como regra geral, houve certa concordância no comportamento das cultivares entre os testes de laboratório e o de canteiro: 'Cateto' demonstrou um alto vigor em relação as demais cultivares, que não puderam ser diferenciadas entre si. Na observação dos efeitos de períodos de envelhecimento em cada cultivar, verificou-se que com exceção de Cateto, todas as demais foram afetadas pelo envelhecimento; porém, para nenhuma das cultivares avaliadas, o período de 72 horas de envelhecimento diferiu do tratamento testemunha.

TABELA 4. Testes de laboratório

Médias obtidas para a interação cultivares x envelhecimento x testes. (arc. sen $\sqrt{\%}$)

Envelhecimento	Testemunha (0 dias)			72 horas (3 dias)			120 horas (5 dias)		
Cultivares	Testes								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
'Ag-152'	78,11	71,55	80,42	78,97	77,73	74,73	69,66	72,19	67,12
'Hmd-7974'	69,49	61,10	73,62	65,31	67,61	66,61	60,77	69,04	64,90
'Centralmex	70,43	69,20	70,88	67,26	68,26	66,94	68,00	68,35	66,42
'Cateto'	81,43	79,18	81,54	81,12	82,75	79,93	83,45	81,40	78,15

d.m.s. (Tukey) 5% = 4,97

TABELA 5. Teste de vigor, velocidade de emergência. Análise da Variância.

Causa da Variação	Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivar (C)		3	29,113.700	9,704.567	26,47**
Peneiras (P)		2	2,037.587	1,018.793	2,78
Envelhec. (E)		2	34,089.017	17,044.508	46,50**
C x P		6	3,042.477	0,507.079	1,38
C x E		6	7,258.212	1,209.702	3,30**
P x E		4	1,476.949	0,369.237	1,01
C x P x E		12	4,343.626	0,361.969	0,9874
(Tratam.)		(35)	(81,361.568)	(2,324.616)	(6,34)
Repetições		3	81,473.276	27,157.759	74,09
Cult.d.ER ₀		3	6,425.898	2,141.966	5,84**
Cult.d.ER ₃		3	12,319.156	4,106.385	11,20**
Cult.d.ER ₅		3	17,626.858	5,875.619	16,03**
ER d. 'Ag-152'		2	17,894.373	8,947.187	24,41**
ER d. 'Hmd-7974'		2	12,676.389	6,338.295	17,30**
ER d. 'Centralmex'		2	10,031.525	5,015.763	13,68**
ER d. 'Cateto'		2	0,744.941	0,372.470	1,02
Resíduo		105	38,490.128	0,366.573	-
TOTAL		143	201,324.972	-	-
C.V. =					10,41%

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6. Teste de vigor. Índice de velocidade de emergência. Médias obtidas para a interação cultivares x envelhecimentos.

Envelhecimento (dias)	Cultivares			
	'Ag-152'	'Hmd-7974'	'Centralmex'	'Cateto'
0 (test.)	6,837	5,928	6,000	6,434
3 (72 h)	6,681	5,541	5,461	6,248
5 (120)	5,271	4,522	4,713	6,082
d.m.s. (Tukey) 5% - entre envelhecimento = 0,589				
entre cultivares = 0,646				

importância na germinação e emergência da plântula; sementes grandes são mais vigorosas do que as pequenas.

2. Houve diferenças de vigor entre as cultivares testadas, destacando-se a cultivar 'Cateto' como a de maior vigor.

3. Estudos específicos são necessários a fim de se determinar a aplicação de períodos de envelhecimento para diferentes cultivares em razão de diferenças na sensibilidade ao teste; 'Cateto' e 'Centralmex' não foram afetadas pelos períodos de 72 e 120 horas, enquanto que os dois híbridos, 'Hmd-7974' e 'Ag-152', apresentaram queda na percentagem de germinação, mais sensível no período de 120 horas após o envelhecimento.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

1. O tamanho da semente de milho é fator de

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio prestado pelo Engenheiro Agrônomo Angelo Cataneo na execução e interpretação das análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

- BARNES, R.F. Seed size has influence on sweet corn maturity. *Crop & Soils*, 12(3):21, dec. 1959.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Rio de Janeiro, 1967. 120 p.
- CAMERON, J.W.; COLE JUNIOR, D.A. & VAN MOREN, D.A. Seed size effects on hybrid sweet corn in Coachella Valley. *Calif. Agr.*, 16(6):6-7, June. 1972.
- VAN MOREN, D.A. & COLE JUNIOR, D.A. Seed size in relation to plant growth and time of ear maturity of hybrid sweet corn in a winter planting area. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 80:481-7, 1962.
- DUNGAN, G.H. & KOEHLER, B. Age of seed corn in relation to seed infection and yielding capacity. *J. Am. Soc. Agr.*, 36(5):436-43, 1944.
- GOFF, J. Accelerated aging tests at work. *Seedmen's Dig.*, 22(10):8-9, 14-27, 1971.
- GRABE, D.F. Glutamic acid decarboxylase as a measure of seedling vigor. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*, 54:100-9, 1964.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 2 ed. Piracicaba, ESALQ, 1963. 384 p.
- HELMER, J.D. Predicting seed storability; Short Course for Seedsmen Seed Technology Laboratory. *Proc. State College, Mississippi*, 69-71, 1967.
- HOFFMAN, I.C. The relation of size of kernels in sweet corn to evenness of maturity. *J. Agr. Res.*, 31(11): 1043-53, 1925.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination; aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop. Sci.*, 2(2):176-77, 1962.
- SILVEIRA, J.F. Efeito da debulha mecânica sobre a germinação, vigor e produção de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1974. 49 p. Tese.
- SNEDECOR, G.W. Métodos estatísticos. Lisboa, Ministério da Economia, 1945. 469 p.
- WETZEL, C.T. Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento visando a avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), de trigo (*Triticum aestivum* L.) e de soja (*Glycine max* (L) Merrill). Piracicaba, ESALQ, 1972. 116 p. Tese.
- ZINK, E. Vigor de sementes de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., Pelotas, 1968. Anais. Rio de Janeiro, 1970.
- ZINSKY, J.R. & VENCOSKI, R. Influência do tamanho da semente de milho sobre a produtividade e a sobrevivência das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO, 7., Viçosa, MG, 1968.

ABSTRACT - EVALUATION OF VIGOR OF CORN SEEDS BY ACCELERATED AGING TEST

Seeds of three different sizes of four corn cultivars ('Ag-152', 'Hmd-7974', 'Centralmex' and 'Cate-to') were studied for vigor, by employing of three accelerated aging periods. The evaluation was made through germination tests in the laboratory and by the speed of emergence in the field. Large sized seeds showed significantly higher percentage of germination. Differences in vigor in laboratory as well as field tests were observed between varieties. Specific studies on period of aging for different cultivars are indicated.

Index terms: *Zea mays*, seed, vigor.