

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE MILHO-PIPOCA SUBMETIDAS AO ESTRESSE TÉRMICO E HÍDRICO

GERMINATION AND VIGOR OF POPCORN SEEDS SUBMITTED TO THERMAL AND WATER STRESS

Aurélio VAZ-DE-MELO¹; Leonardo David Tuffi SANTOS²; Everton Luis FINOTO³; Denise Cunha Fernandes dos Santos DIAS⁴; Eveline Mantovani ALVARENGA⁴

1. Professor Adjunto, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, Gurupi, TO, Brasil, vazdemelo@uft.edu.br; 2. Professor Adjunto, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Instituto de Ciências Agrárias, Campus Regional de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil; 3. Pesquisador, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Campinas, SP, Brasil, 4. Professora, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa, MG, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a germinação e o vigor de sementes de três cultivares de milho pipoca (UFVM2, IAC RUBI e IAC 112) sob estresse térmico e hídrico, simulado com soluções de PEG 6000. No experimento de temperatura, sementes das três cultivares foram colocadas para germinar em rolos de papel umedecidos com água, com temperaturas no período de germinação de 10, 20, 25, 30 e 35°C. No tratamento a 10°C os rolos foram colocados em geladeira por cinco dias antes de ir para o germinador a 25±1°C por sete dias. No experimento de estresse hídrico, sementes das três cultivares foram colocadas para germinar em rolos de papel germitest umedecidos com soluções de PEG 6000, nos potenciais osmóticos de 0,0, -0,2, -0,4, -0,6 e -0,8 MPa, à temperatura de 25°C. Os valores de germinação seguiram as mesmas tendências das características que refletem o vigor das sementes, indicando alta correlação entre o vigor e a germinação de sementes de milho-pipoca sob condições de temperaturas sub e supra ótimas e sob estresse hídrico. Houve efeito negativo do estresse hídrico e das temperaturas de 20 e 35°C sobre a germinação e o crescimento das plântulas de milho-pipoca. O cultivar UFVM 2 foi o que apresentou maior germinação e vigor sob condições de estresse hídrico elevado.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Temperatura. Potencial osmótico.

INTRODUÇÃO

A época de semeadura do milho-pipoca é limitada, basicamente, pelas condições de temperatura e pela distribuição de chuvas, que é variável nas diferentes regiões do Brasil, sendo a germinação da cultura afetada por estes fatores.

O milho para germinar necessita de umidade adequada e de temperatura do solo superior a 10 °C. Nas condições favoráveis o milho leva de 4 a 7 dias para emergir. Entretanto, o uso de sementes de pior qualidade, aliado à ocorrência de condições ambientais adversas por ocasião do plantio, pode resultar em baixa percentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Estresses abióticos, como temperaturas inadequada e seca, podem reduzir significativamente os rendimentos das lavouras e restringir o plantio em regiões onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas.

A temperatura apresenta grande influência sobre a velocidade, percentagem de germinação e emergência, afetando as reações bioquímicas que determinam o processo germinativo. Em cada tipo de sementes de espécie e ou cultivar existe uma faixa de temperatura, na qual ocorrem germinação e

emergência ideal. Isso, se o suprimento de umidade for adequado e outros estresses forem mínimos. Na maioria das espécies a temperatura ótima de germinação, na qual a maior germinabilidade é alcançada em menor tempo, encontra-se entre 15 e 30°C; a máxima varia entre 35 e 40°C, podendo a mínima chegar ao ponto de congelamento (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Acima da temperatura máxima as sementes geralmente morrem em poucos dias e abaixo da temperatura mínima, as sementes não germinam em período razoável de tempo. A temperatura ótima recomendada no teste de germinação de sementes de milho é 25°C (BRASIL, 2009).

À medida que a temperatura aumenta acima do valor ótimo, a germinação fica mais lenta e as sementes menos vigorosas, não resistindo ao estresse imposto pelo ambiente. A velocidade de germinação também diminui à medida que a temperatura decresce à níveis abaixo da ótima, embora a sua percentagem frequentemente permaneça alta, porém, desuniformes (DELOUCHE, 2004).

Durante o processo germinativo a água atua como agente estimulador e controlador. Uma vez que promove o amolecimento do tegumento, favorecendo a penetração do oxigênio, o aumento

do volume do embrião e dos tecidos de reserva. Além do estímulo às atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986). Potenciais hídricos negativos, especialmente no começo da embebição, inviabilizam a seqüência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (BANSAL et al, 1980; citados por HEBLING, 1997).

O polietileno glicol tem sido utilizado para simular condições de campo associadas com germinação em ambientes semi-áridos (POTTER et al., 1986; ROMO; HAFERKAMP, 1987, BRACCINI et al., 1998; FONSECA E PEREZ, 2003), impondo uma tensão osmótica na faixa -0,1 a -0,8 MPa e não sendo absorvido pelas sementes, dado ao elevado peso molecular. Tal fato não acontece com os elementos minerais que são absorvidos pelas sementes, o que pode mascarar os resultados dos testes.

Qualquer atraso ou diminuição na velocidade do processo de germinação, causados por estresse de temperatura e ou hídrico, aumenta a probabilidade das sementes serem atacadas por microorganismos do solo, tendo como resultado a redução na emergência e no estande final da lavoura (MORAES, 2006). A insuficiente disponibilidade de água no solo tem sido considerada uma das causas mais comuns da baixa emergência das plântulas no campo (ÁVILA, 2007). Previsões ambientais sinalizam o aumento do aquecimento global nas próximas décadas acompanhado por maiores períodos de seca. A seleção e desenvolvimento de cultivares tolerantes a períodos de déficit hídrico e alta temperatura, bem como o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de estiagem, serão essenciais na manutenção da produção agrícola brasileira e mundial.

A produção de milho-pipoca como fonte de renda mais vantajosa, principalmente para pequenos produtores, tem crescido nos últimos anos (EMBRAPA, 2007). Esse crescimento se deve, em parte, à seleção e o desenvolvimento de novos cultivares adaptados às diversas condições do país. A temperatura e a disponibilidade de água figuram entre os mais importantes fatores do ambiente para as plantas, sendo relevante o conhecimento do comportamento de diferentes genótipos de milho-pipoca sob condições de estresse térmico e hídrico.

No presente trabalho objetivou-se avaliar a germinação e vigor de sementes de três cultivares de milho-pipoca em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos obtidos a partir do polietileno glicol.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG.

Foram utilizadas sementes de três cultivares de milho-pipoca (UFVM 2, IAC Rubi e IAC 112), produzidas em Coimbra-MG nas mesmas condições de campo, na safra agrícola de 2004/05. Após a colheita as sementes foram devidamente selecionadas quanto ao tamanho e limpas, sendo posteriormente armazenadas em câmara-fria a 7°C por 2 meses, quando procedeu-se as análises de germinação e vigor.

Na avaliação do comportamento das sementes sob estresse térmico montou-se o experimento em fatorial (3x5) instalado no delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos pela combinação de três cultivares (UFVM 2, IAC Rubi e IAC 112) com cinco temperaturas (10, 20, 25, 30 e 35°C). O teste de germinação foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeadas entre três folhas de papel germitest, previamente umedecidas com água desmineralizada, utilizando-se 2,5 vezes o peso do papel seco embebido em água. Foram confeccionados rolos, mantidos em germinadores regulados nas seguintes temperaturas: 20, 25, 30 e 35 ± 1°C. No tratamento a 10°C os rolos foram colocados em geladeira por cinco dias antes de serem acondicionados no germinador a 25±1°C.

Na avaliação do comportamento das sementes sob estresse hídrico realizou-se ensaio em fatorial (3x5) instalado no delineamento inteiramente casualizado. O teste de germinação foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes das três cultivares (UFVM 2, IAC Rubi e IAC 112) foram semeadas entre três folhas de papel germitest, umedecidas em soluções de polietileno glicol (PEG 6000), equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, nos potenciais osmóticos de 0,0, -0,2, -0,4, -0,6 e -0,8 MPa. Após a distribuição das sementes no papel germitest confeccionou-se rolos que foram dispostos e mantidos na posição vertical no germinador a temperatura de 25 ± 1°C.

As avaliações foram efetuadas no quarto, sexto e oitavo dia, computando-se a porcentagem de plântulas normais (% de germinação), segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A primeira contagem foi considerada indicativo do vigor.

No cálculo do índice de velocidade de germinação utilizou-se o número de plântulas normais obtidos em cada avaliação utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962).

Em cada tratamento dos experimentos estabelecidos anteriormente, avaliou-se o comprimento da parte aérea das plântulas, em quatro repetições. Em cada repetição foram distribuídas 20 sementes em duas linhas traçadas nos terços superior e inferior no sentido longitudinal das folhas de papel germitest, posicionando a extremidade da raiz primária na direção da parte inferior do papel. Em seguida, foram confeccionados quatro rolos (quatro repetições) e colocados à germinar. Após sete dias efetuou-se medições de comprimento da parte aérea (cm) das plântulas normais (NAKAGAWA, 1999). Posteriormente determinou-se o peso da massa fresca das plântulas normais (eixo embrionário). As plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 24

horas para determinação do peso seco da massa. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança de precisão (0,001g), com os resultados expressos em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

Os dados qualitativos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey com auxílio do aplicativo computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Nos dados referentes ao experimento de estresse hídrico foram ajustadas equações de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa entre a temperatura x cultivares com relação à germinação, comprimento da parte aérea, massa fresca e massa seca. Com relação a massa seca da parte aérea não houve diferença significativa entre as médias, independentemente da temperatura e do cultivar (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de germinação e comprimento, massa da parte aérea fresca e seca das plântulas provenientes de três cultivares de milho-pipoca submetidas a diferentes temperaturas. Viçosa-MG, 2005

Cultivares	Temperatura ($^\circ\text{C}$)					Médias
	10	20	25	30	35	
	Germinação (%)					
IAC 112	93,50 Aa	92,00 Aa	97,50 Aa	98,00 Aa	75,50 Aa	91,30 A
UFVM 2	87,00 Ba	74,50 Bb	86,00 Ba	84,00 Aa	33,50 Bc	73,00 B
IAC Rubi	54,50 Ca	22,50 Cc	51,50 Ca	34,00 Cb	39,00 Bb	40,30 C
Médias	73,33 a	63,00 a	78,33 a	72,00 a	49,33 b	68,20
	Comprimento da parte aérea (cm)					
IAC 112	14,73 Aa	7,05 Ac	15,63 Aa	14,56 Aab	11,94 Ab	12,78 A
UFVM 2	15,02 Aab	5,61 A d	12,67 Bbc	15,69 Aa	11,86 Ac	12,17 A
IAC Rubi	15,79 Aa	6,58 Ac	11,92 Bb	15,05 Aa	9,74 Ab	11,81 A
Médias	15,18 a	6,41 c	13,40 ab	15,1 a	11,18 b	12,25
	Massa fresca (g)					
IAC 112	0,712 Aa	0,516 Ab	0,695 Aa	0,588 Bab	0,540 ABb	0,610 A
UFVM 2	0,697 Aab	0,437 ABc	0,635 Aab	0,728 Aa	0,593 Ab	0,618 A
IAC Rubi	0,655 Aa	0,384 Bb	0,476 Bb	0,654 ABa	0,435 Bb	0,521 A
Médias	0,688 a	0,446 b	0,602 a	0,461 b	0,523 ab	0,583
	Massa seca (g)					
IAC 112	0,053 Aa	0,042 Aa	0,052 Aa	0,053 Aa	0,052 Aa	0,050 a
UFVM 2	0,050 Aa	0,043 Aa	0,051 Aa	0,055 Aa	0,053 Aa	0,050 a
IAC Rubi	0,047 Aa	0,028 Aa	0,043 Aa	0,075 Aa	0,038 Aa	0,046 a
Médias	0,050 a	0,038 a	0,049 a	0,061 a	0,048 a	0,049

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os menores valores de porcentagem de germinação das sementes dos cultivares IAC 112 e UFVM 2 foram observados na temperatura de 35°C . No entanto, a menor germinação das sementes do

cultivar IAC Rubi foi observada na temperatura de 20°C . Essa temperatura também proporcionou os menores valores às demais características, independentemente dos cultivares. De modo geral, o

cultivar IAC Rubi apresentou a menor germinação e massa fresca. A temperatura de 20° C proporcionou menor média dessas características com relação a todos os cultivares. O comprimento da parte área foi maior no cultivar IAC 112 na germinação à 25°C, não diferenciando do valor encontrado à 10°C. Já com relação aos cultivares UFVM 2 e IAC Rubi, os maiores valores foram observados nas temperaturas de 10 e 30°C, diferenciando dos demais tratamentos (Tabela 1). Esse teste avalia a resposta das sementes expostas a baixas temperaturas (MARCOS FILHO, 2005). Baseado nos resultados desse teste pode-se

tomar decisões quanto ao potencial de armazenamento ou de semeadura de lotes de sementes, como sugerido por Freitas et al. (2002) e Baskin (2001).

Os cultivares apresentaram diferentes índice de velocidade de germinação (IVG) ($p < 0,05$), não havendo interação entre temperatura x cultivar ($P > 0,05$). O menor valor de IVG foi observado no cultivar IAC 112 e o maior IVG no cultivar IAC Rubi (Tabela 2). A temperatura de 20°C foi a que proporcionou maior IVG, diferindo dos valores obtidos nas demais temperaturas (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de índice de velocidade de germinação (IVG) em diferentes temperaturas e entre os cultivares de milho-pipoca. Viçosa-MG, 2005

Característica	Temperatura (°C)					Médias
	10	20	25	30	35	
IVG	4,34 b	6,20 a	4,25 b	4,34 b	4,44 b	4,71
	Cultivares					Médias
	IAC 112	UFVM 2	IAC Rubi			
	4,54 c	4,68 b	4,92 a			4,71

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao efeito do estresse hídrico provocado pelo PEG 6000, observou-se que a interação cultivar x potencial osmótico nas características massa fresca e seca foi não significativa ($p > 0,05$). Para Bewley e Black (1994), a água é o fator que exerce maior influência sobre o processo de germinação de sementes (Figura 1).

Nas três cultivares houve redução da porcentagem de germinação, do comprimento da parte aérea e aumento do IVG com o aumento do potencial osmótico (Figuras 1, 2 e 3), ou seja, com a diminuição da restrição hídrica. As soluções de PEG apresentam alta viscosidade, comprometendo a disponibilidade de O₂ nas sementes, o que reduz o seu poder germinativo (YOON et al., 1997).

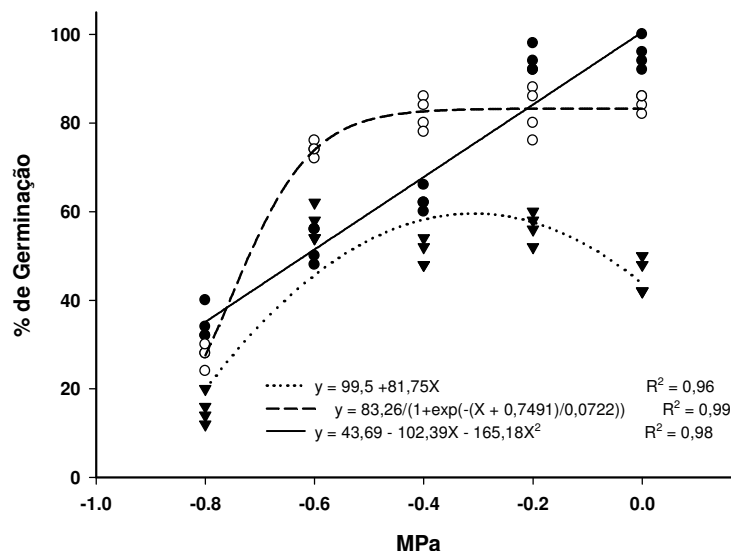


Figura 1. Porcentagem de germinação (%) proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (..... IAC 112, ----UFVM 2 e — IAC Rubi), submetidas a diferentes estresses hídricos com PEG 6000.

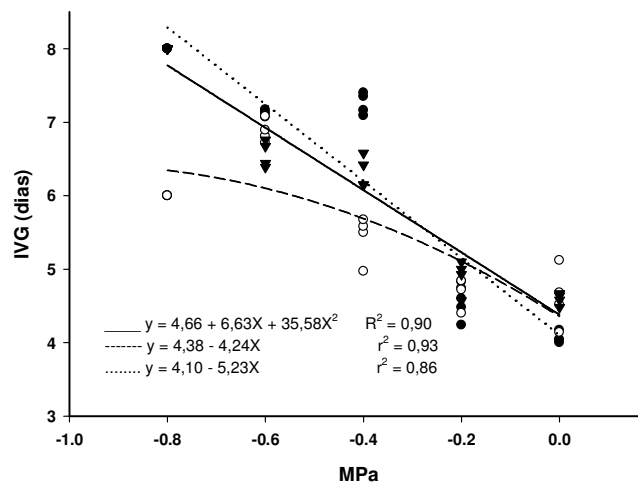


Figura 2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (..... IAC 112, ---- UFVM 2 e — IAC Rubi), submetidas a diferentes estresses.

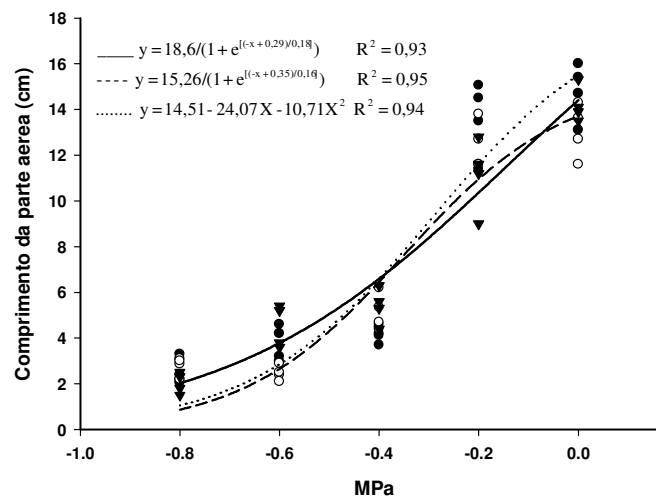


Figura 3. Comprimento da parte aérea de plântulas proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (..... IAC 112, ---- UFVM 2 e — IAC Rubi), submetidas a diferentes estresses hídricos com PEG 6000.

O comprimento da parte aérea das plântulas e o peso das plântulas dos três cultivares tiveram o mesmo comportamento sob estresse hídrico, decrescendo os seus valores com o aumento do estresse hídrico ocasionado pela diminuição do potencial osmótico (Figura 3 e 4). A variação encontrada na massa fresca deve-se a quantidade de água presente nas plantas que foi menor à medida que se aumenta o estresse hídrico.

O estresse hídrico provocado pelos potenciais osmóticos abaixo de -0,4 MPa ocasionaram menor velocidade de germinação nas sementes de milho-pipoca (Figura 2). Entretanto, a

cultivar UFVM 2, quanto a esta característica, apresentou melhor desempenho sob estresse hídrico elevado, quando comparada às demais cultivares estudadas (Figura 2). Isso pode ser atribuído a sua constituição genética, pois cultivares de polinização aberta possuem maior variabilidade genética, podendo essa adaptar-se melhor a diferentes condições de estresse. Piana (1994) também observou que a deficiência hídrica retardou o desenvolvimento das plântulas durante a germinação de sementes de milho, e que tal fato estaria associado ao atraso da divisão e alongação celular.

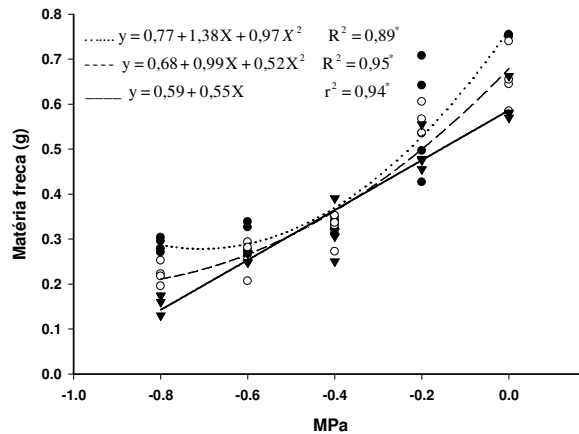


Figura 4. Matéria fresca total de plântulas proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (..... IAC 112, ---- UFVM 2 e — IAC Rubi), submetidas a diferentes estresses hídricos com PEG 6000.

Os resultados negativos do estresse hídrico, provocado pelo PEG 6000, na germinação e no desempenho fisiológico das sementes estão ligados ao efeito osmótico que dificulta a absorção de água (VAN DER MOEZEL; BELL, 1987). A diminuição da germinação também pode ser atribuída a menor mobilização das reservas, menor síntese e atividade enzimática ou mudanças na turgescência celular (BEWLEY; BLACK, 1994). Quando os cultivares são submetidos à condições de estresse, esses direcionam seu metabolismo à contornar essas

condições, com isso o gasto energético é maior com relação a adaptação a esse estresse do que a germinação propriamente dita.

O cultivar UFVM 2 foi o único que apresentou plântulas normais na primeira contagem na condição osmótica de -0,4 MPa. A partir deste potencial osmótico, nenhum cultivar apresentou plântulas normais na primeira contagem (Figura 5), o mesmo sendo observado nas sementes predispostas a temperatura de 20°C (Figura 6).

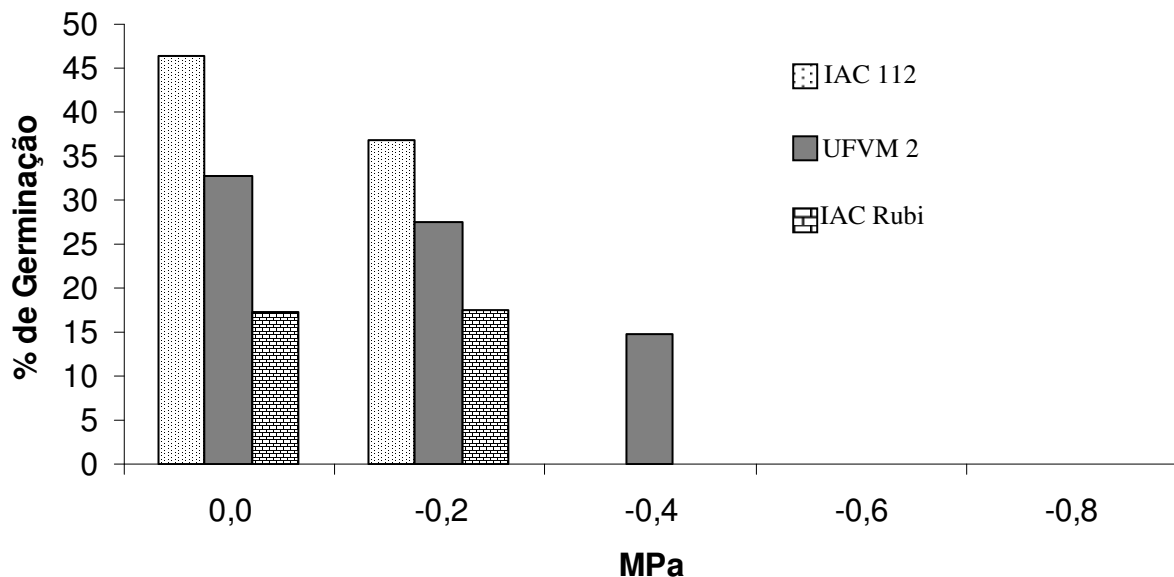


Figura 5. Germinação (%), referente à primeira contagem, proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (IAC 112, UFVM 2 e IAC Rubi), submetidas a diferentes estresses hídricos com PEG 6000.

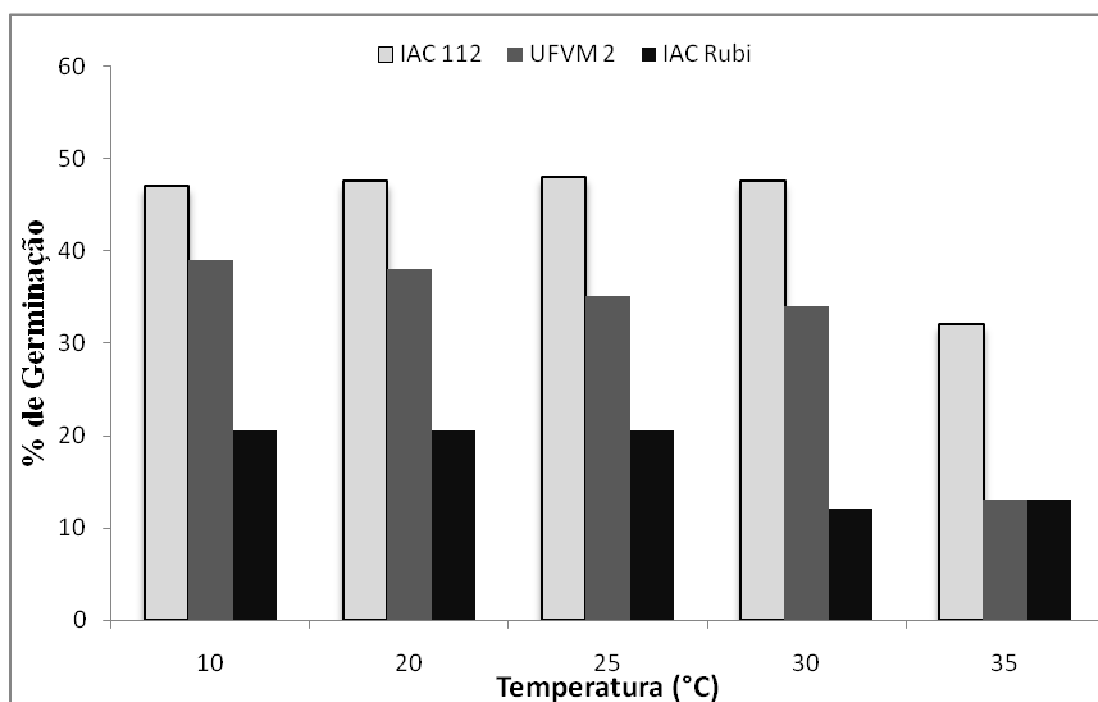


Figura 6. Germinação (%), referente à primeira contagem, proveniente de sementes de três cultivares de milho-pipoca (IAC 112, UFVM 2 e IAC Rubi), submetidas a diferentes temperaturas.

A diminuição do vigor de sementes submetidas a estresse hídrico dá-se pela perda progressiva da turgescência protoplasmática e com aumento na concentração de solutos resultando, inicialmente, em distúrbios nas funções celulares e, por fim, danos no sistema de biomembranas (BRUNI; LEOPOLD, 1992). A menor velocidade de germinação de plantas de milho-pipoca expostas ao estresse hídrico e a baixas temperaturas no campo pode predispor as sementes ao ataque de pragas e patógenos, assim como possibilitar maior efeito de interferência das plantas daninhas com a cultura.

A cultivar IAC Rubi apresentou, nos diferentes tratamentos de temperatura e estresses hídricos, maior número de sementes mortas. A temperatura de 10°C por 5 dias e posteriormente a 25°C por 7 dias e o estresse hídrico elevado (-0,8

MPa) foram os tratamentos que apresentaram maior número de sementes mortas, independentemente dos cultivares. Os valores de germinação seguiram as mesmas tendências das características que refletem o vigor das sementes, indicando correlação entre o vigor e a germinação de sementes de milho-pipoca sob condições de temperaturas sub e supra ótimas.

CONCLUSÕES

O estresse hídrico e das temperaturas de 20 e 35°C acarretam efeito negativo sobre a % e velocidade de germinação e no crescimento das plântulas de milho-pipoca.

O cultivar UFVM 2 é o que apresenta maior germinação e vigor sob condições de estresse hídrico elevado.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the germination and vigor of three varieties of popcorn (UFVM2, RUBY IAC and IAC 112) under thermal and water stress, simulated with PEG 6000. In the experiment temperature, seeds of three cultivars were germinated in paper rolls moistened with water, with temperatures during germination of 10, 20, 25, 30 and 35°C. In the treatment at 10 ° C the scrolls were placed in the refrigerator for five days before going to the incubator at 25 ± 1 ° C for seven days. In the experiment of drought stress, seeds of three cultivars were germinated in paper rolls moistened germitest with PEG 6000, with the potentials of 0.0, -0.2, -0.4, -0.6 and - 0.8 MPa, temperature of 25°C. The germination values followed the same trends of characteristics that reflect the vigor, indicating a high correlation between the vigor and germination of popcorn under conditions of sub and supra optimal temperatures and under water stress. A negative effect of water stress and temperatures of 20 and 35°C on germination and seedling growth of popcorn. Cultivar UFVM 2 showed the highest germination and vigor under high water stress conditions.

KEYWORDS: Zea mays. Temperature. Osmotic potential.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2002. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria & Comércio; M&S Mendes & Scotini. Editora Argos. São Paulo, 2002. 521 p.
- AVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, vol. 29, n. 2, pp. 117-124. 2007. Disponível em: 11 ago. 2001.
- BASKIN, C. C. Three-day count as a vigor test for cottonseed. **Seed Science Technology**, Laguna, Philippines, v. 23, n. 1, p. 81-84, 2001.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York : Plenum, 445p., 1994.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V.S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1451-1459, 1998.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** /. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p. 2009.
- BRUNI, F. B.; LEOPOLD, A. C. Cytoplasmic glass formation in maize embryos. **Seed Science Research**, New York, v. 2, n. 4, p. 251-253, 1992.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DELOUCHE, J. C. O problema nem sempre é a qualidade das sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, março/abril, 2004.
- EMBRAPA. **Milho pipoca tem potencial ainda a ser explorado**. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/dezembro/2a-semana/milho-pipoca-tem-potencial-ainda-a-ser-explorado/>. Acesso em: 23 de mar. 2012.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.
- FREITAS, R. A.; DIAS, D. C. F. S.; CECON, P. R.; REIS, M. S.; DIAS, L. A. S. Storability of cotton seeds predicted by vigour test. **Seed Science and Technology**, Laguna, Philippines, v. 30, n. 2, p. 403-410, 2002.
- GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; SILVA, J. B.; SANS, L. M. A.; VIANA, P. A.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P; CORREA, L. A.; FERNANDES, F. T. Milho-pipoca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 8-12, 1990.
- HEBLING, S. A. **Aspéctos ecofisiológicos da germinação de sementes de *E. contortisiliquum* (VELLOZO) MORONG.1997**. 143f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 425p.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p. 11-39, 1986.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Oxford: Pergamon, 1989. 270p.

MORAES, S. A. de. **Amendoim**: Principais doenças, manejo integrado e recomendações de controle. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Amendoim/index.htm>. Acesso: 20. abr. 2007.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceito e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NUNES, H. V. **Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca em diferentes épocas de semeadura**. 2002. 46f. Dissertação (Tese de Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PESKE, S. T.; DELOUCHE, J. C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1985.

PIANA, Z. **Resposta de sementes de milho com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica**. 1994. 107f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

POTTER, R. L., UECKERT, D. N., PETERSON, J. L.; MCFARLAND, M. L. Germination of fourwing saltbush seeds: Interaction of temperature, osmotic potential, and pH. **Journal of Range Management**, New York, v. 39, p. 43-46, 1986.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no Saeg**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

ROMO, J. T.; HAFERKAMP, M. R. (1987). Forage kochia germination response to temperature, water stress, and specific ions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 27-30, 1987.

Van DER MOEZEL, P. G.; BELL, D. T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca species*. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 15, n. 1, p. 239-246, 1987.

YOON, Y.; LANG, H. J.; COBB, B. G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 2, p. 248-250, 1997.