

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE MILHO PIPOCA SUBMETIDAS A BAIXAS TEMPERATURAS DE GERMINAÇÃO

CHANGES CORN SEED PHYSIOLOGICAL POPCORN IN LOW TEMPERATURES GERMINATION

¹PAULIUKEVICIUS, M; ²ENGLERTH, P. H.; ³REZENDE, L. Z.; ⁴MARINKE, L. S.;
⁵PERINO, L. H. T.; ⁶CATÃO, H.C.R.M.

^{1 a 6}Curso de Agronomia - Faculdades Integradas de Ourinhos - FIO/FEMM

RESUMO

O milho é uma espécie de clima tropical que exige calor e umidade, sendo que diversos fatores podem comprometer a germinação das sementes. Em regiões que predominam condições de baixas temperaturas é importante o uso de sementes com mais tolerância a essa condição. Assim objetivou-se com este trabalho verificar as alterações fisiológicas em sementes de milho pipoca submetidas a baixas temperaturas. O trabalho foi conduzido nas Faculdades Integradas de Ourinhos sendo utilizados quatro híbridos de milho-pipoca: P618, AP6002, AP8202, AP8203, com quatro repetições de cinquenta sementes. Foram realizados os testes de protrusão radicular, germinação e emergência nas temperaturas de 10°C, 13°C, 16°C, 19°C, e 25°C. Foi realizado também para determinar o vigor das sementes o teste de frio, sendo avaliada a germinação aos 4 e 7 dias após a instalação do teste. O delineamento foi inteiramente casualizado. As variações de temperatura comprometem a qualidade fisiológica das sementes dos híbridos de milho pipoca. Os híbridos AP6002 e AP8203 apresentaram alta qualidade fisiológica quando submetidas a baixas temperaturas de germinação. Essas cultivares podem ser indicadas para semeadura em regiões de clima frio.

Palavras Chave: *Zea mays* L. *everta*. Vigor das Sementes. Baixas Temperaturas de Germinação.

ABSTRACT

Corn is a species of tropical climate that requires heat and humidity. Several factors can affect the germination of seeds. In regions which prevail conditions of low temperatures it is important to use seeds with more tolerance to this condition. The objective was to verify the physiological changes in popcorn seeds subjected to low temperatures. The work was conducted on the "Faculdades Integradas de Ourinhos" used four popcorn hybrids: P618, AP6002, AP8202, AP8203, with four repetitions of fifty seeds. The tests were performed: radicle protrusion, germination and emergence at temperatures of 10°C, 13°C, 16°C, 19°C and 25 ° C. It was also conducted to determine seed vigor the cold test, and evaluated the germination at 4 and 7 days after planting. The design was completely randomized. Temperature fluctuations compromise the physiological seed quality of popcorn hybrids. The AP6002 and AP8203 hybrids showed high physiological quality when subjected to low temperatures germination. These cultivars can be recommended for planting in cold climates.

Keywords: *Zea mays* L. *everta*. Seed Vigor. Low Germination Temperatures.

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 (VAZ-DE-MELO et al., 2012). A semeadura sob baixa temperatura, por exemplo, prolonga o ciclo da cultura, afetando a duração dos estádios fenológicos da planta. Temperaturas no solo, inferiores a 10°C afetam negativamente a germinação, podendo causar sérios prejuízos à produção. (SILVA-NETA et al., 2015).

Em temperaturas baixas, a embebição pode ocorrer, mas poderá não ser seguido pelo crescimento do embrião, ou ainda, induzir danos a ele ou às plântulas, impedindo a conclusão do processo (SANTOS et al., 2015). Guanet et al. (2009) relatam que baixas temperaturas induzem danos na membrana celular e afetam as funções fisiológicas atrasando ou impedindo o processo de germinação, deixando as sementes mais suscetíveis a fatores adversos.

Nessas condições de estresse, o crescimento das plântulas também é reduzido e reservas energéticas são dirigidas para manter o metabolismo ativo em órgãos com preferencial crescimento, além da ativação enzimática do sistema respiratório e antioxidante. Se o estresse a baixas temperaturas for mais severo pode causar uma série de acontecimentos em cascata, começando com a acumulação de etanol que resulta na produção de pequenas quantidades de ATP, seguida da peroxidação lipídica, avançando para a degradação de membranas e, eventual morte celular (MARINI et al., 2013). Estresses ambientais, como estresses ocasionados pela exposição de sementes ao frio, podem ocasionar alterações na expressão de algumas enzimas.

As baixas temperaturas também podem reduzir a taxa de crescimento das plântulas e a emergência pode demorar até 14 dias (MAGALHÃES et al., 2003). Assim, baixas temperaturas provocam crescimento inicial lento, afetando negativamente o estabelecimento das plântulas (BALBINOT JR & FLECK, 2005; MARINI et al., 2012).

A produção de milho-pipoca é crescente, pois apresenta fonte de renda mais vantajosa, devido ao valor agregado do produto. Esse crescimento se deve, em parte, à seleção e o desenvolvimento de novos cultivares adaptados às diversas condições climáticas do país. Para aumentar as chances de sucesso da cultura em regiões com baixas temperaturas, há a necessidade de que as cultivares recomendadas para esses locais sejam tolerantes ao frio, principalmente nas fases de germinação de sementes e emergência de plântulas.

Tendo o conhecimento de que a temperatura influencia na viabilidade e no vigor de sementes e plântulas, interferindo no seu processo metabólico e fisiológico, tem merecido especial atenção, pela alta relação entre este fenômeno e a qualidade das sementes (MENDES et al., 2009). Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho verificar as alterações fisiológicas em sementes de milho pipoca submetidas a baixas temperaturas de germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nas Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO, em Ourinhos, São Paulo. Foram utilizadas sementes de quatro híbridos de milho pipoca da empresa AG ALUMNI SEED (P618, AP6002, AP8202, AP8203) produzidas na safra de 2015 em Indiana nos USA.

O teste de germinação foi conduzido, com quatro repetições de 50 sementes, com a semeadura entre papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 ml.g⁻¹ de papel. As sementes foram mantidas em câmara tipo B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em regime de 12 horas no escuro e 12 horas na presença da luz, regulada nas temperaturas de 10, 13, 16, 19 e 25 ± 2°C. A temperatura de 25°C foi utilizada como testemunha, pois é considerada a temperatura ótima para germinação da espécie (Brasil, 2009). Conduzido juntamente com o teste de germinação, avaliou-se a porcentagem de protrusão radicular no quarto dia após a semeadura. Ao sétimo dia procedeu-se a contagem de germinação e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Para o teste de emergência de plântulas, as sementes foram semeadas a uma profundidade de 5 cm, em bandejas plásticas (25x45x10cm) contendo solo de subsolo acrescido de areia grossa na proporção 3:1 (solo: areia). As bandejas foram colocadas em câmaras de crescimento do tipo B.O.D. com fotoperíodo de 12h e a temperatura ajustada de acordo com cada tratamento: 10, 13, 16, 19, 25 ± 2°C. As contagens foram realizadas aos vinte dias após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas.

Para o teste de frio as sementes foram semeadas em bandejas plásticas (25x45x10cm) contendo solo de lavoura de milho da estação experimental das Faculdades Integradas de Ourinhos, acrescido de areia grossa na proporção 3:1 (solo: areia). Em seguida, as bandejas foram colocadas em câmara fria a 10°C, onde permaneceram por sete dias. Após esse período, as bandejas foram destampadas e transferidas para ambiente com temperatura de 25°C ± 2°C, por sete dias. A avaliação foi realizada aos 4 e 7 dias considerando-se somente as plântulas normais emergidas sendo que o resultado final foi a média das porcentagens obtidas nas quatro repetições.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4X5), sendo quatro híbridos de milho pipoca (P618, AP6002,

AP8202, AP8203) e cinco temperaturas (10, 13, 16, 19 e 25°C). Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). Para a comparação entre as médias, empregou-se o Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise de variância foi possível observar diferenças significativas entre os híbridos de milho pipoca e entre as temperaturas avaliadas, assim como para a interação dos fatores ($p < 0,05$), conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos no teste de germinação de plântulas. Protrusão (P), germinação (G), emergência (E) de sementes híbridas de milho pipoca submetidas a diferentes temperaturas.

T (°C)	Híbridos	P (%)	G (%)	E (%)
10°C	P618	0 A	0 A	0 A
	AP6002	0 A	0 A	0 A
	AP8202	0 A	0 A	0 A
	AP8203	0 A	0 A	0 A
13°C	P618	28 C	0 A	72 B
	AP6002	53 B	0 A	83 A
	AP8202	2 D	0 A	69 B
	AP8203	59 A	0 A	81 A
16°C	P618	93 A	94 A	84 B
	AP6002	98 A	96 A	97 A
	AP8202	92 A	94 A	83 B
	AP8203	95 A	94 A	91 A
19°C	P618	96 A	93 B	95 A
	AP6002	99 A	98 A	99 A
	AP8202	94 A	93 B	96 A
	AP8203	98 A	97 A	95 A
25°C	P618	98 A	98 A	95 A
	AP6002	98 A	98 A	97 A
	AP8202	96 A	96 A	98 A
	AP8203	98 A	99 A	97 A
CV (%)		6,13	3,01	4,80

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, dentro cada temperatura, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram relatados por Vaz-de-Melo et al. (2012) avaliando o efeito da temperatura em cultivares de milho-pipoca. A temperatura de 25°C é considerada a temperatura ideal para germinação das sementes de milho. Nessa temperatura foi observado altos percentuais de protrusão, germinação e emergência, evidenciando a alta qualidade fisiológica das sementes utilizadas. 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 (SANTOS et al., 2015).

Na temperatura de 10°C não houve expressão da qualidade fisiológica das sementes de milho pipoca. Contudo, na temperatura de 13°C, pode ser observado que os híbridos AP8203 e AP6002 apresentaram protrusão radicular superior aos outros híbridos testados, com 53 e 59% de protrusão radicular respectivamente. Já para o teste de emergência foi verificado, nessa mesma temperatura, que os resultados foram satisfatórios. Houve uma elevada porcentagem de emergência das plântulas, principalmente para os híbridos AP6002 e AP8203. Vale ressaltar que a última contagem de emergência foi realizada 20 dias após a instalação do teste. Segundo Cruz et al. (2007), baixas temperaturas do solo retardam a germinação, diminuem a mobilização de reservas, e conseqüentemente a velocidade de emergência.

A medida em que a temperatura foi elevada para 16°C não foram observadas diferenças estatísticas entre os híbridos para protrusão e germinação das sementes. Entretanto, com o teste de emergência verifica-se que os híbridos AP6002 e AP8203 foram estatisticamente superiores, com percentuais de emergência de 97 e 91%, respectivamente.

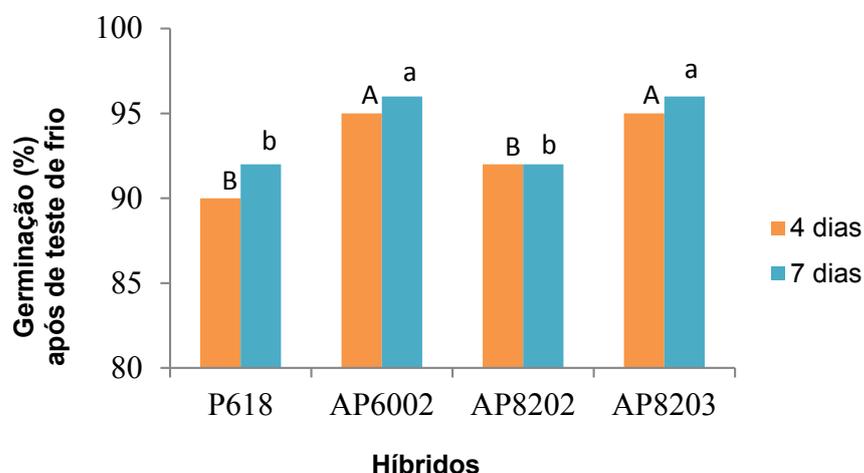
Na temperatura de 19°C se observa resultados estatisticamente iguais para os testes de protrusão e emergência. Em relação ao teste de germinação os melhores híbridos foram AP6002 e AP8203 com percentuais de 98 e 97%, respectivamente.

Vaz de Melo et al. (2012), ressaltaram em seu trabalho que não houve diferenças entre temperatura x cultivar quando os materiais foram submetidos a baixas temperaturas de germinação.

De acordo com o teste de frio (Figura 1) realizado nas sementes de milho pipoca foi possível observar que aos 4 e 7 dias os híbridos mais vigorosos foram AP6002 e AP 8203, colaborando com os resultados fisiológicos da Tabela 1. Nijënstein e Kruse (2000), estudando o teste de frio em sementes de milho, verificaram que há necessidade de novas pesquisas para se determinar uma metodologia padrão para a condução do teste de frio, pois não houve uma semelhança nos resultados obtidos de suas pesquisas, e ressaltaram que é um teste mundialmente utilizado e pode ser influenciado pelo genótipo e pelas diferenças de zonas climáticas.

Figura 1 – Germinação após o teste de frio de sementes híbridas de milho pipoca avaliadas aos 4 e 7 dias após a instalação do teste. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula aos 4 dias

e minúsculas aos 7 dias, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV (%) 4 dias = 3,05; CV (%) 7 dias = 2,57



Marini et al. (2012) verificaram que sementes de milho quando submetidas à temperaturas extremas a exemplo de 15°C e 35°C, apresentaram menor germinação e vigor. Os mesmos autores afirmam que a redução do poder germinativo identificado na temperatura de 15°C pode ter ocasionado menor velocidade de embebição da água, não causando o amolecimento do tegumento em consequência a protrusão da radícula, caracterizando uma condição não ideal para desencadear o processo germinativo e o estabelecimento das plântulas.

Santos et al. (2015) também verificou que nas temperaturas de 15°C e 25°C não houve diferença significativa entre as linhagens de milho-pipoca em relação à protrusão radicular, assim as linhagens de milho-pipoca L30 e L64 toleravam baixas temperaturas de germinação.

CONCLUSÕES

As variações de temperatura comprometem a qualidade fisiológica das sementes dos híbridos de milho pipoca. Os híbridos AP6002 e AP8203 apresentaram alta qualidade fisiológica quando submetidas a baixas temperaturas de germinação. Essas cultivares podem ser indicadas para semeadura em regiões de clima frio.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zeamays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.415-421, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.

CRUZ, H.L.; FERRARI, C.S.; MENEGHELLO, G.E.; KONFLANZ, V.; ZIMMER, P.D.; VINHOLES, P.S.; CASTRO, M.A.S. Avaliação de Genótipos de Milho para Semeadura Precoce sob Influência de Baixa Temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 20, nº 1, p.52-60, 2007.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039- 1042, 2011.

GUAN, Y.; HU, J.; WANG, X.; SHAO, C. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. **Seed Science Center**, Cross checked, v. 10, n. 6, p. 427-433, apr. 2009.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. SETE LAGOAS: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2003. 23p. (Circular Técnica, 22).

MARINI, P.; BANDEIRA, J.M.; BORBA, I. C.G.; MARTINS, A.B.N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L.; VILLELA, F.A. Antioxidant activity of corn seeds after thermal stress. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.6, p.951-956, jun, 2013.

MARINI, P.; MORAES, C.L.; MARINI, N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, n.4, p. 722-730, 2012.

MENDES, C.R.; MORAES, D.M.; LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F. Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 02, p. 171-176, 2009.

NIJËNSTEIN, J. H.; KRUSE, M. The potencial for standardization in cold testing of maize (*Zea mays* L.). **Seed Science and Technology**, v. 28, n. 3, p. 837-851, 2000.

SANTOS, H.O.; CARVALHO, R.D.; CATÃO, H.C.R.M.; PIRES, R.M.O.; PINHO, E.V.R.V.; ENZYMATIC AND PHYSIOLOGICAL ALTERATIONS OF LINES MAIZE SEEDS SUBMITTED TO DIFFERENT TEMPERATURES. **International Journal of Current Research**, v.7, Issue, 12, pp.23886-23891, December, 2015.

SILVA-NETA, I.C.; PINHO, E.V.; VEIGA, A. D.; PINHO, R.G.; GUIMARÃES, R. M.; CAIXETA, F.; SANTOS, H. O.; MARQUES, T.L. Expression of genes related to tolerance to low temperature for maize seed germination. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.1, p. 2674-2690, 2015.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L.D.T.; FINOTO, E.L.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 687-695, Sept./Oct. 2012.