



GERMINAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

30ª SEAGRO

***Lais Behrend¹, Robson Celestino Meireles¹, Lucilea Silva dos Reis¹,
Alexandre Morais Borges¹, Gustavo Haddad Souza Vieira¹, Juliana Abreu Rezende¹***

¹Ifes- Instituto Federal de Ensino Pesquisa e Extensão do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil, laisbehrend21@gmail.com

Apresentado na
30ª Semana Agronômica do CCAE/UFES - SEAGRO 2019
16 à 20 de Setembro de 2019, Alegre - ES, Brasil

RESUMO - A temperatura é considerada um dos fatores mais limitantes no processo germinação de sementes de milho. Deste modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho germinativo de diferentes genótipos de milho híbrido e varietal submetidos a diferentes temperaturas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial com 5 genótipos e 7 temperaturas. Foram utilizadas quatro variedades: AL Bandeira, Cativerde 02, Capixaba Incaper 203, Fortaleza, e um híbrido duplo: AG-1051. As temperaturas foram 16°C, 20°C, 24°C, 28°C, 32°C, 36°C e 40°C mantidas constantes durante todo o experimento. Avaliou-se a porcentagem de germinação total e de primeira contagem, plântulas normais e anormais; sementes não germinadas e índice de velocidade de germinação. Diante dos resultados obtidos, temos que os genótipos Fortaleza e Capixaba Incaper 203 apresentaram maior tolerância a diferentes níveis de temperatura durante a germinação. As temperaturas 16 e 40°C obtiveram as maiores porcentagens de plântulas anormais e a faixa de temperatura de 24 a 32°C apresentou maior incidência de plântulas normais.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., Tolerância térmica, Índice de velocidade de germinação, Plântulas Normais.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado como uma das principais espécies cultivadas no Brasil, sendo anualmente cultivados aproximadamente 15 milhões de hectares, os quais são responsáveis por cerca de 63 milhões de toneladas de grãos (IBGE, 2017).

O sucesso da germinação das sementes de milho interfere diretamente no estabelecimento da cultura. De acordo com Nerson (2007), a temperatura é considerada um dos fatores mais limitantes no processo germinação de sementes, haja vista a influência que a mesma exerce sobre a absorção de água e demais substratos necessários para o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Segundo Marcos Filho (2005), a temperatura pode causar mudanças na porcentagem, velocidade e uniformidade durante a germinação.

Na germinação, a principal fonte de energia para o processo germinativo e crescimento inicial das plântulas está localizada nos carboidratos armazenados no endosperma, e a capacidade do uso dos mesmos está relacionada com a tolerância ao calor, traduz-se que quanto mais tolerante, menos carboidrato é consumido acarretando em maior acréscimo de massa seca na plântula (BLUM E SINMENA, 1994).

O potencial fisiológico das sementes é avaliado em laboratório e oferece resultados referentes às plântulas normais produzidas em um lote de sementes em condições ideais, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), entretanto as prescrições são generalizadas, não levando em consideração as características intrínsecas de cada genótipo de milho existente no mercado.

Muitos agricultores utilizam anualmente sementes de diferentes genótipos de milho sem conhecimento das condições ideais para que os mesmos exteriorizem sua potencialidade germinativa. Informações a respeito do potencial genético associado com a tolerância a variações de temperaturas no processo germinativo se tornam fundamentais, pois podem auxiliar o produtor na escolha dos genótipos que melhor se adaptam as condições climáticas locais. Deste modo, este trabalho teve com objetivo avaliar comparativamente a germinação de genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.



METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes e Melhoramento de Plantas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, campus Santa Teresa, localizado na Rodovia ES 080, Km 93 - São João de Petrópolis - Santa Teresa - ES, no período de 20 a 27 de fevereiro de 2017. A região apresenta Latitude 19°48' 14" S; Longitude 40° 40' 46" W e Altitude de 133 m. A temperatura média é de 24,4°C e pluviosidade média anual variando entre 700 e 1200 mm.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 5 x 7, com oito repetições de cinquenta sementes. Foram testados cinco genótipos de milho, sendo quatro variedades: AL Bandeira, Cativerde 02, Capixaba Incaper 203, Fortaleza e um híbrido duplo: AG-1051. A germinação das sementes foi conduzida em sete níveis de temperaturas: 16°C, 20°C, 24°C, 28°C, 32°C, 36°C e 40°C, mantidas constantes durante todo período de germinação.

A semeadura de cada cultivar foi feita entre folhas de papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes do peso do papel seco. Após a distribuição das sementes, as folhas foram enroladas e acondicionadas em sacos plásticos e mantidos em posição vertical no interior de uma câmara do tipo B.O.D. regulada nas temperaturas de acordo com os tratamentos propostos. As sementes permaneceram nessa condição pelo período de sete dias.

As sementes foram submetidas às seguintes avaliações: teste de vigor, teste de germinação, percentual de plântulas normais e anormais, sementes não-germinadas e índice de velocidade de germinação, seguindo a prescrição das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As análises dos dados foram realizadas utilizando a estatística não-paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis e as médias comparadas por comparações múltiplas não-paramétrica a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os resultados do teste de vigor obtidos (Tabela 1), os cultivares AL Bandeirante e Cativerde 02 não apresentaram diferença estatística dentro da faixa que vai 20 a 36°C. O genótipo Fortaleza e Incaper 203 obtiveram as maiores médias de germinação na temperatura de 24°C a 40°C, não diferindo estatisticamente entre si. O híbrido AG 1051 apresentou a menor faixa ótima de germinação, sendo de 20°C a 32°C. As temperaturas de 16°C e 40°C mostraram-se drásticas para os genótipos AL Bandeirante, Cativerde 02, acarretando em decréscimos substanciais no vigor destas sementes no teste de primeira contagem. Os genótipos Fortaleza, Incaper 203 e AG 1051 apresentaram os maiores resultados de germinação nas temperaturas de 16°C e 40°C, evidenciando uma possível tolerância a grandes amplitudes térmicas, divergindo dos resultados encontrados por Dutra *et al.* (2015), que observaram a nulidade de germinação na temperatura de 40°C.

Tabela 1 Teste de vigor de sementes de diferentes genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	76 Cab	91 BCa	92ABCab	95ABa	99Aa	93ABCa	93ABCa
AL Bandeirante	34,5 Bbc	76 ABbc	86 Abc	82 Ab	80 Abc	70 ABb	37 Bb
Incaper 203	90 BCa	82 Cabc	97 Aa	94 Aba	97 Aa	94 ABa	92 ABCa
AG 1051	72 Cab	88 ABCab	96Aab	92ABa	94ABab	82BCab	70Cab
Cativerde 02	10 Cc	54 ABCc	77Abc	82Ab	76Abc	70ABCb	54BCb

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

Para o teste de germinação (Tabela 2), os genótipos Fortaleza e Incaper 203 apresentaram os maiores valores de germinação na faixa de temperatura 16°C a 36°C, não diferindo estatisticamente entre si, e para os genótipos AL Bandeira, Cativerde 02 e AG 1051 as temperaturas de 16°C a 32°C se mostraram superiores, sem diferença estatística.

De maneira geral, as temperaturas de 16 a 32 °C favoreceram as maiores médias de germinação para todas as cultivares testadas, contestando os resultados encontrados por Sbrussi e Zucareli (2014), relatando não haver



germinação de sementes de milho a 16°C e Farooq *et al.* (2008), que afirmam que a temperatura ótima de germinação de sementes de milho encontra-se entre 25 e 28°C.

Na temperatura de 40°C, as maiores médias foram para os genótipos Fortaleza e Incaper 203, não diferindo estatisticamente entre si, este dado evidencia a tolerância dessas variedades a condições extremas de temperatura, diferindo dos resultados encontrados por Pereira *et al.* (2007), que estudando germinação de sementes de cenoura, encontraram decréscimo a medida que a temperatura aumentava. A temperatura de 16°C proporcionou valores de germinação acima de 75%, com destaque para os genótipos Fortaleza, Incaper 203 e AG 1051, que não apresentaram diferença estatística entre si, mantendo porcentual de germinação acima de 90%.

Tabela 2 Germinação de sementes de diferentes genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	95 ABa	93 Bab	94 ABab	95 ABa	99 Aa	94 ABa	93 Ba
AL Bandeirante	81 ABCbc	85 ABbc	88 Abc	83 ABb	81 ABb	71 BCb	40 Cc
Incaper 203	94 ABCa	95 ABCa	97 ABa	96 ABab	97 Aa	94 ABCa	92BCa
AG 1051	92 ABab	92 ABab	98 Aab	93 ABa	94 Abc	84 BCab	72 Cb
Cativerde 02	78 ABCc	83 Abc	84 Ac	83 Ab	79 ABc	72 BCb	55 Cc

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

Frente ao exposto, conclui-se que a habilidade de uma semente germinar sob grande amplitude térmica está relacionada ao genótipo constituinte. Neste sentido, vale destacar o comportamento do milho AG 1051 que apresentou alta adaptação ao germinar em diferentes temperaturas, podendo ser justificado pela origem desta cultivar, que é fruto do cruzamento de dois híbridos simples, resultando em maior variabilidade genética.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de plântulas normais, sendo estes, inferiores aos dados de germinação. Nas temperaturas de 16 e 40°C não houve a presença de plântulas normais, mostrando que apesar das sementes germinarem, essas temperaturas acarretam em danos que comprometem o desenvolvimento das plântulas. Bewley e Black (1994) afirmaram que temperaturas baixas podem diminuir a capacidade da semente em absorver água, reduzindo seu metabolismo e a velocidade da germinação, explicando a ausência de germinação em todos os genótipos para a temperatura de 16°C e porcentagens próximas de zero na temperatura de 20°C.

Tabela 3 Contagem de plântulas normais de diferentes genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	0 C	5 BCa	48 ABabc	86 Aa	69 Aa	31 ABCab	0 C
ALBandeirante	0 D	1 CDab	61 ABab	70 Ab	45 ABCabc	11 BCDbc	0 D
Incaper 203	0 C	4 BCab	64 Aba	86 Aa	62 ABab	46 ABCa	0 C
AG 1051	0 C	2 BCab	17 ABc	81 Aab	20 ABc	2 BCc	0 C
Cativerde 02	0 C	0 BCb	40 ABbc	62 Aa	44 Abc	0 Cc	0 C

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

Nas avaliações, observou-se que o número de plântulas normais foi crescente até a temperatura 28°C, sendo esta, a temperatura que apresentou as maiores médias para todos os genótipos. Entretanto, os genótipos Fortaleza e Incaper 203 apresentaram plântulas normais na faixa de temperatura de 24°C a 36°C, não diferindo estatisticamente entre si. Os demais cultivares, AL Bandeirante, AG 1051 e Cativerde 02, apresentaram maiores médias de plântulas normais na faixa de temperatura de 24°C a 32°C, não existindo diferença estatística entre eles, porém houve um declínio acentuado da germinação desses cultivares a partir dos 28°C. Sbrussi e Zucareli (2014) encontraram



resultados semelhantes estudando a germinação de diferentes lotes de milho, onde obtiveram maiores taxas de germinação até 28°C.

Em relação aos dados de plântulas anormais (Tabela 4), a faixa de temperatura de 24°C a 32°C foi a que em geral, acarretou nos maiores valores de plântulas normais. Em contrapartida, as temperaturas extremas favoreceram diretamente o desenvolvimento de plântulas anormais, corroborando com resultados encontrados por Sbrussie e Zucareli (2014), que observaram que nas temperaturas próximas a 40°C há maior desenvolvimento de plântulas anormais de milho. A alta temperatura na fase de germinação ocasiona redução da massa seca de plântula e da eficiência de uso do endosperma (CARGNIN *et al.* 2006) e de acordo com Dousseau *et al.* (2008), as altas temperaturas causam desnaturação de proteínas essenciais ao processo germinativo, justificando assim a pouca presença de plântulas normais em temperaturas elevadas.

Tabela 4 Porcentagem de plântulas anormais de sementes de diferentes genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	95Aa	88ABab	46BCab	9Cb	30Cb	63ABCbc	93Aa
ALBandeirante	81ABbc	84Aab	27CDb	13Dab	36CDb	60ABCbc	40BCDb
Incaper 203	94Aa	91ABa	34Cb	10Cab	35BCb	48ABCc	92Aa
AG 1051	92Aab	90ABa	79ABCDa	11Dab	74BCDa	82ABCa	72CDab
Cativerde 02	78Ac	82Ab	43BCab	21Ca	35BCb	72ABab	55ABCb

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 5, observam-se os resultados referentes aos índices de velocidade de germinação para os genótipos testados. A faixa de temperatura de 24°C a 36° proporcionou as melhores médias para os genótipos Fortaleza, AG 1051 e Cativerde 02, não havendo diferença estatística para cada genótipo dentro dessa faixa. O AL Bandeira apresentou as melhores médias de IVG nas temperaturas 20°C a 36°C. O Incaper 203 obteve o melhor IVG, não se diferenciando estatisticamente, nas temperaturas de 24°C a 40°C. Varella *et al.* (2005) afirmaram que sob temperaturas mais altas, a velocidade de absorção de água e as atividades enzimáticas tornam-se mais elevadas, fazendo com que as sementes germinem mais rapidamente, justificando o crescimento linear do IVG com o aumento da temperatura.

Em contrapartida, o índice de velocidade de germinação decai para todos os genótipos à medida que a temperatura diminui a níveis abaixo do recomendado. A 40°C houve um decréscimo no IVG, porém os cultivares Fortaleza e Incaper 203 se destacaram apresentando os maiores valores nessa temperatura.

Tabela 5 Índice de velocidade de germinação de sementes de diferentes genótipos de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	11,9Dab	15,1CDa	21,8ABCab	23,2ABa	24,7Aa	23ABa	20BCDa
ALBandeirante	9,8Bbc	13ABbc	20,6Abc	19,6Abc	19,9Abc	15,4ABb	6,6Bb
Incaper 203	12,2Da	15,3CDa	24,3Aa	22,1ABCab	23,8ABab	21,4ABCDa	20,8ABCa
AG 1051	11,8Cab	14,8BCab	21,7ABab	22,7Aa	22,9Aabc	20,1ABab	15,6BCab
Cativerde 02	9,1Cc	10,9Cc	13,6ABCc	18,8Ac	17,2ABc	16,4ABb	11,8BCb

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos dados de sementes não germinadas (Tabela 6), os genótipos Cativerde 02 e AL Bandeirante apresentaram os maiores valores, especialmente nas temperaturas de 40°C, com 45 e 60%, respectivamente.

Os genótipos Fortaleza, Incaper 203 e AG 1051 obtiveram valores consideravelmente baixos, evidenciando a capacidade dessas sementes de iniciar o processo de germinação mesmo em condições totalmente adversas para o desenvolvimento de plântulas normais.



Tabela 6 Contagem de sementes não germinadas de cinco cultivares de milho submetidas a diferentes temperaturas de germinação.

Variedades	Temperaturas						
	16°C	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C
Fortaleza	4ABc	6Abc	5ABbc	5ABb	1Ab	5Bb	6Bb
ALBandeirante	18ABCab	14BCab	11Cab	16BCa	19BCa	28ABa	60Aa
Incapcr 203	6ABc	5ABc	2Bc	4ABb	3Bb	6ABb	8Ab
AG 1051	7BCbc	7BCbc	3Cbc	7BCab	6BCab	16ABab	28Aab
Cativerde 02	21ABCa	17BCa	16Ca	16Ca	21BCa	28ABa	45Aa

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica a nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

As temperaturas de 16°C e 40°C mostraram-se drásticas para os cultivares AL Bandeirante, Cativerde, acarretando em decréscimos substanciais no potencial germinativo destas sementes no teste de primeira contagem. Os cultivares Fortaleza e Incaper 203 apresentaram maior tolerância em germinar em diferentes temperaturas. Os genótipos avaliados não apresentaram plântulas normais nas temperaturas de 16 e 40°C. A faixa de temperatura de 24 a 32°C apresentaram maior incidência de plântulas normais germinadas para todos cultivares.

REFERÊNCIAS

- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BLUM, A.; SINMENA, B. Wheat seed endosperm utilization under heat stress and its relation to thermotolerance in the autotrophic plant. **Field Crops Research**, v.37, n.3, p.185-191, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; MACHADO, J.C.; MACHADO, C.G.; SOFIATTI, V. Tolerância ao estresse de calor em genótipos de trigo na fase de germinação. **Bragantia**, v.65, p.245-251, 2006.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; ARANTES, L. O.; OLIVEIRA, D. M.; NERY, F. C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.438-443, 2008.
- DUTRA, S.M.F.; VON PINHO, E. V. R.; SANTOS, H. O. ; LIMA, A. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M. Genes related to high temperature tolerance during maize seed germination. **Genetics and Molecular Research**, v.14, p.18047-18058, 2015.
- FAROOQ, M.; AZIZ, T.; BASRA, S.M.A.; CHEEMA, M.A.; REHMAN, H. Chilling Tolerance in Hybrid Maize Induced by Seed Priming with Salicylic Acid, **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.194, p.161-168, 2008.
- IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201708_5.shtm. Acesso em 12 de agosto de 2017.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- NERSON, H. Seed production and germinability of cucurbit crops. **Seed Science Biotechnology**, v.1, p.1-10, 2007.
- PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**. v.25, n.2, p.215-219, 2007.
- SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**. v.35, n.1, p.215, 2014.
- VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de Itubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazônica**, v.35, n.1, p.35-39, 2005.