

# GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIVERSOS GENÓTIPOS DE MILHO TROPICAL (*ZEA MAYS* L.) EM DIFERENTES TEMPERATURAS<sup>1</sup>

CLEVERSON SILVEIRA BORBA, RAMIRO VILELA DE ANDRADE,  
JOÃO TITO DE AZEVEDO, CLAUDINEI ANDREOLI e ANTONIO ALVARO CORSETE PURCINO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Sementes de diversos genótipos de milho foram postas para germinar em temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45°C, com o objetivo de determinar as temperaturas favoráveis à germinação. As sementes foram analisadas através do teste de germinação e do índice de velocidade de germinação. Dos resultados obtidos observou-se que para as sementes das variedades BR 106, BR 451, híbrido duplo BR 201 e populações CMS 14 e CMS 54, a faixa de temperatura mais favorável para germinação situou-se entre 15°C e 35°C. Para as populações CMS 04 e CMS 28 a faixa de temperatura mais favorável situou-se entre 20°C a 35°C e de 10°C a 35°C, respectivamente. Para todos os genótipos estudados, a temperatura de 35°C foi a que proporcionou germinação mais rápida, não ocorrendo germinação nas temperaturas de 5°C e 45°C. A população CMS 28 pode ser um boa fonte de genes para tolerância à baixa temperatura como 10°C, e a variedade BR 451 à alta temperatura como 40°C.

Termos para indexação: *Zea mays* L., sementes, germinação, temperatura.

## GERMINATION OF TROPICAL MAIZE (*ZEA MAYS* L.) GENOTYPES SEEDS AT DIFFERENT TEMPERATURES

**ABSTRACT** - Seeds of tropical maize genotypes were germinated at constant temperatures, ranging from 5°C to 45°C, in order to determine the most favorable temperature for germination. Analysis were performed according to the standard germination and speed of germination tests. Varieties BR 106 and BR 451, the double hybrid BR 201 and populations CMS 14 and CMS 54 showed optimal germination between 15°C and 35°C. population CMS and variety BR 126 germinated better between 20°C and 35°C, and population CMS 28 btween 10°C and 35°C. All genotypes had highest speed of germination at 35°C and no germination was recorded at 5°C and 45°C. Population CMS 28 may be a good gene source for tolerance to temperature as low as 10°C, and variety BR 451 to temperature as high as 40°C.

Index terms: *Zea mays* L., seeds, germination, temperature.

## INTRODUÇÃO

Em determinadas regiões do País o milho tem sido cultivado durante todo o ano. Entretanto, devido à inexistência de informações sobre a limitação de temperatura para a semeadura, muitas lavouras tem sido comprometidas em função da inadequada população de plantas. Para uma boa germinação as sementes requerem água, oxigênio e temperatura favorável. Dessas três necessidades apenas temperatura não é controlável no campo. Por isso, torna-se necessário o conhecimento das temperaturas favoráveis para germinação, dos diferentes cultivares, para que problemas de estabelecimento de população inicial de plantas (estande), que vem ocorrendo todos os anos com a cultura do milho sejam minimizados.

Delouche (1953), estudando a influência da temperatura

na germinação de sementes milho, encontrou que o máximo de germinação foi obtido à 30°C e que a germinação nesta temperatura, foi mais rápida do que em temperaturas alteradas de 20-30°C.

Em um trabalho onde foram estabelecidas as temperaturas cardinais para diversas espécies, Delouche, citado por Popinigis (1977), estabeleceu que para o milho a germinação é mínima em temperaturas de 8°C e 10°C e máxima em temperaturas entre 32°C a 35°C, enquanto que nas temperaturas entre 40°C e 44°C não ocorre germinação.

Riley (1981a, 1981b), estudando a emergência de plântulas de milho nos trópicos, concluiu que os baixos índices foram em parte devido à altas temperaturas do solo. Em geral, as temperaturas ótimas para germinação variaram de 26°C a 29°C. Observou ainda que a taxa da síntese de proteína à 41°C foi reduzida a um terço do que nas sementes embebidas a 28°C, causado pelo bloqueio da síntese de mRNA.

Eagles & Hardacre (1979), em um estudo sobre a germinação e a emergência de plântulas de diversos genótipos de milho, provenientes da população Pool 5, encontraram uma grande variação genotípica para diversos caracteres uti-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 12.07.95.

Trabalho financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG.

<sup>2</sup> Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo- EMBRAPA, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG.

lizados, e que os melhores genótipos daquela população foram marcadamente superiores aos híbridos utilizados como testemunhas, e concluíram que, a população Pool é uma fonte importante para melhorar a tolerância de germinação de sementes de milho à baixas temperaturas.

Blacklow (1972), estudando a influência da temperatura na germinação de sementes de milho, encontrou que o alongamento da raiz primária e do coleóptilo foram maiores na temperatura de 30°C e efetivamente cessaram em temperaturas de 9°C e 40°C. O período de tempo para iniciação do crescimento da raiz primária e do coleóptilo foi muito pequeno à temperatura de 30°C.

Perrier et al. (1967), estudando o efeito da temperatura de germinação na área foliar e produção de CO<sub>2</sub> de plântulas de milho, concluíram que a temperatura, durante as primeiras 48 horas, influenciou significativamente na relação área foliar/respiração das plântulas, e que a maior temperatura estudada (29°C) causou um substancial aumento da área foliar e eficiência respiratória.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi determinar as temperaturas mais favoráveis à germinação de diversos genótipos de milho, oriundos do programa de melhoramento do Centro Nacional de Milho e Sorgo da EMBRAPA.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS) da EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG, localizado a 19° 28' de latitude S e 44° 15'08" de longitude W, no ano de 1994.

Sementes de milho BR 106, BR 126, BR 451, do híbrido BR 201 e das populações CMS 04, CMS 14, CMS 24 e CMS 28 foram analisadas quanto à porcentagem e à velocidade de germinação, em diversas temperaturas.

A germinação das sementes foi realizada utilizando-se o teste de germinação de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com temperaturas constantes de 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 45°C.

O índice de velocidade de germinação foi determinado considerando-se plântulas normais com o mínimo de 3 cm de comprimento e com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas, calculado pelo somatório de plântulas germinadas diariamente, multiplicado pelo inverso do número de dias ocorridos da semeadura à contagem (Maguire, 1962).

O experimento foi analisado utilizando-se um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os resultados foram analisados através de análise da variância, com comparação de médias utilizando o teste de

Duncan, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação e o índice de velocidade de germinação, para os genótipos testados, apresentaram diferenças de resposta às temperaturas, altamente significativas a 1 % de probabilidade pelo teste F (Tabela 1).

Na Tabela 2, pode-se observar por meio dos resultados que, alguns dos genótipos acusaram índices de germinação significativos, até o limite máximo de 35°C. A partir dessa temperatura, houve um declínio acentuado e significativo na porcentagem de germinação, sendo que na temperatura máxima de 45°C, bem como na temperatura mínima de 5°C, a germinação das sementes não ocorreu. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Delouche, citado por Popinigis (1977), quando se estabeleceu as temperaturas cardinais para o milho. Já na temperatura de 5°C, as sementes iniciaram o processo de germinação com a raiz primária iniciando a protusão, mas cessando seu desenvolvimento com a morte das sementes, da mesma forma como o encontrado por Blacklow (1972) à temperatura de 9°C.

Destacou-se entre todos os genótipos testados, o CMS 28 que apresentou maior amplitudes de germinação à partir da temperatura de 10°C (Tabela 2). Embora a porcentagem de germinação do BR 451 aos 40°C tenha sido significativamente inferior às ocorridas na faixa favorável (15°C a 35°C), foi nitidamente superior aos demais genótipos alcançando a germinação de 83 %. Isto provavelmente, pode ser explicado por ser o BR 451 de alta qualidade proteica consumindo menor quantidade de proteína nos processos metabólicos. Segundo Riley (1981a, 1981b) a taxa na síntese de proteína durante a germinação à temperatura de 41°C é de 1/3 (33 %) daquela requerida à temperatura de 28°C. Com base nessas informações, o BR 451 poderia ser utilizado no melhoramento de plantas, como uma fonte de genes, para o desenvolvimento e obtenção de cultivares com tolerância à altas temperaturas durante a germinação. Da mesma forma o CMS 28 poderia ser usado na obtenção de cultivares com tolerância à baixas temperaturas durante a germinação. Essas informações estão de acordo com Eagles & Hardacre (1979), que salientaram a população Pool 5, como sendo uma fonte importante de genes para melhorar a germinação e a emergência das plântulas à baixas temperaturas.

Os resultados acusaram, para a maioria dos genótipos testados, um crescimento gradual e significativo no índice de velocidade de germinação, a partir da temperatura de 10°C até 35°C, quando atingiu o maior índice, declinando para temperaturas mais altas (Tabela 3). Da mesma forma, a temperatura de 35°C foi a que proporcionou maior velocidade

**TABELA 1. Resumo da análise de variância dos resultados de germinação e velocidade de germinação das sementes de diversos genótipos de milho, em diferentes temperaturas. EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1995.**

Causas da variação	Graus de liberdade	Teste F							
		Genótipos							
		BR 106	BR 126	BR 201	BR 451	CMS 04	CMS 14	CMS 28	CMS 54
Temperatura (a)	8	744.4**	657.4**	423.3**	618.0**	282.3**	473.5**	740.6**	182.2**
Veloc. germinação (b)	8	450.6**	720.8**	617.3**	1.218.8**	469.8**	696.6**	198.1**	293.0**
Coeficiente de Variação (%)	(a)	4.3	4.6	5.8	4.6	8.2	5.3	4.5	9.0
	(b)	8.0	6.5	6.9	4.8	8.4	6.3	11.7	9.9

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

**TABELA 2. Germinação (%) de diversos genótipos de milho em diferentes temperaturas. EMBRAPA-CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1995.**

Genótipos	Temperaturas						
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
BR 106	70.5 Bd	86.5 Ac	89.0Aabc	89.0 Abc	82.5 Ad	87.0 Ac	60.0Ccd
BR 126	80.0 Bc	75.5 Bd	89.0Aabc	92.5 Aab	87.5Abcd	93.5 Aab	56.0 Cd
BR 201	68.5 Bd	91.0Abc	95.5 Aa	93.0 Aab	93.5 Aab	95.0 Aa	63.5Bbc
BR 451	87.0 Bad	93.5 Ab	95.5 Aa	97.0 Aa	95.0 Aa	96.0 Aa	83.0 Ba
CMS 04	29.0 Df	62.5 Be	87.5 Abc	85.0 Ac	85.5 Acd	88.5 Abc	45.0 Ce
CMS 14	83.5 Bbc	98.0 Aa	94.0 Aab	95.0 Aab	93.5 Aad	96.5 Aa	69.0 Cb
CMS 28	91.0 Aa	93.5Aab	91.5Aabc	92.5 Aab	89.5 Aabc	91.0Aabc	48.0 Be
CMS 54	62.0 Be	85.5 Ac	85.0 Ac	89.0 Abc	88.5Aabcd	85.0 Ac	49.0 Ce

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas em linha e minúsculas dentro de coluna, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Duncan.

**TABELA 3. Velocidade de germinação (índice) de diversos genótipos de milho em diferentes temperaturas. EMBRAPA-CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1995.**

Genótipos	Temperaturas						
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
BR 106	1.3 Eab	3.8 Da	7.6 Ca	9.5 Bbc	9.5 Bc	15.1 Ac	8.4 Cc
BR 126	1.5 Fa	3.5 Eab	7.3 Dab	10.1 Bab	10.6 Bab	16.6 Aa	8.5 Cc
BR 201	1.2 Gab	4.2 Fa	7.7 Ea	9.9 Cab	11.3 Ba	16.1 Aab	8.7 Dc
BR 451	1.6 Fa	4.3 Ea	7.7 Dab	10.7 Ca	11.1 Cab	16.6 Aa	12.7 Ba
CMS 04	0.5 Fb	2.8 Eb	6.7 Db	9.0 Cc	10.3 Bbc	14.9 Ac	8.4 Cc
CMS 14	1.6 Ea	4.4 Da	7.5 Cb	10.2 Bab	10.7 Ab	16.1 Aab	10.3 Bb
CMS 28	1.8 Ea	4.2 Da	7.8 Ca	10.1 Bab	10.7 Bab	15.4 Abc	8.3Ccd
CMS 54	1.2 Eab	3.9 Da	7.0 Cab	9.9 Bab	10.6 Bab	14.6 Ac	7.5 Cd

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas em linha e minúsculas dentro de coluna, não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Duncan.

de de germinação e a que se manteve dentro de todas as faixas de temperaturas mais favoráveis para a germinação.

Para todos os genótipos estudados, não houve germinação à 45°C, e as sementes se apresentaram deterioradas. Estes resultados coincidiram, em parte com os encontrados por Delouche (1977), quando esse afirmou que na faixa de 40°C a 44°C não ocorre germinação, entretanto ocorreu um contraste, já que a média de germinação dos materiais estudados foi de 59,1% à 40°C. Por outro lado, as faixas mais favoráveis para germinação encontradas de 10°C a 35°C, 15°C a 35°C e de 20°C a 35°C, para os diferentes genótipos estudados, demonstraram a existência de uma alta sensibilidade genética ao fator temperatura.

**CONCLUSÕES**

- A faixa de temperatura mais favorável para a germinação da cultivar BR 451 e híbrido BR 201 foi de 15°C a 35°C e para a população CMS 28 foi de 10°C a 35°C.
- Para a maioria dos genótipos estudados, a germinação foi mais rápida à temperatura de 35°C, não ocorrendo germinação nas temperaturas de 5°C e 45°C.
- A população CMS 28 pode ser uma boa fonte de genes para tolerância à temperatura baixa como 10°C e o cultivar BR 451 à temperatura alta como 40°C.

**REFERÊNCIAS**

BLACKLOW, W. M. Influence of temperature on germination and elongation of the radicle and shoot of corn (*Zea mays* L.) **Crop Science**. 12 (5): 647-50. 1972.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, MA-SNAD-LANARV, 1992. 365 p.

DELOUCHE, J.C. Influence of moisture and temperature levels on the germination of corn, soybean and watermelons. **Association of Official Seed Analyst.**, v.43 (1):117-26. 1953.

DELOUCHE, J.C. **Temperature relations of germination**. Seed Technology Laboratory. Agronomy Department. Mississippi State University, 1977. 15p.

EAGLES, H.A. & HARDACRE, A.K. Genetic variation in maize (*Zea mays* L.) for germination and emergence at 10°C. **Euphytica**, 28 (1):287-95. 1979.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for, seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2 (2): 176-7, 1962.

PERRIER, E.R.; TWERSKY, M.; PETERS, D.B.; GYLYS, V. Effect of germination temperature on surface area and CO<sub>2</sub> production of corn seedlings. **Agronomy Journal**, 59(2):133-6, 1967.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289 p.

RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on the germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, 151 (1): 68-74. 1981.a.

RILEY, G.J.P. Effect of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, 151 (1):75-80. 1981.b.

TABELA 1. Efeito da temperatura de germinação (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 45°C) sobre a germinação e emergência de sementes de milho em diferentes temperaturas.

Cultivar	Temperatura de germinação (°C)							
	10	15	20	25	30	35	40	45
BR 451	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 201	0	100	100	100	100	100	100	0
CMS 28	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 451	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 201	0	100	100	100	100	100	100	0
CMS 28	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 451	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 201	0	100	100	100	100	100	100	0
CMS 28	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 451	0	100	100	100	100	100	100	0
BR 201	0	100	100	100	100	100	100	0
CMS 28	0	100	100	100	100	100	100	0