

## FENOTIPAGEM DE MILHO PARA TOLERÂNCIA A DEFICIÊNCIA HÍDRICA E AO CALOR, EM TERESINA, PIAUÍ

MILTON J. CARDOSO<sup>1</sup>, EDSON A. BASTOS<sup>1</sup>, SIDNEY NETTO PARENTONY<sup>2</sup>, LAURO J. M. GUIMARÃES<sup>2</sup>, PAULO E. de O. GUIMARÃES<sup>2</sup>, LEONARDO M. P. ROCHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 86 XX 3089 9100, [miltoncardoso@cpamn.embrapa.br](mailto:miltoncardoso@cpamn.embrapa.br), <sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, <sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Analista A, Setor de Comunicação e Negócio, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**RESUMO:** Trinta e seis híbridos de milho foram avaliados no ano de 2009 no município de Teresina, PI, sendo submetidos ao calor e a dois regimes de irrigação: plena e com deficiência hídrica, no período reprodutivo, objetivando selecionar genótipos que apresentem tolerância à seca e ao calor. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados o rendimento de grãos, componentes de produção e a eficiência do uso da água. A temperatura média máxima do ar, no campo, durante o período de deficiência hídrica foi de 36,5 °C. O rendimento médio de grãos e a eficiência de uso da água dos ensaios com irrigação plena e com deficiência hídrica foram de 8.029 kg ha<sup>-1</sup>; 11,4 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 3.718 kg ha<sup>-1</sup>; 7,0 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectivamente. O decréscimo no rendimento de grãos e na eficiência de uso da água foi, respectivamente, de 53,69 % e 38,6 %. No ensaio com deficiência hídrica dezesseis híbridos produziram acima da média geral (3.718 kg ha<sup>-1</sup>) com destaque para os híbridos DKB 390, 2 B 707, BRS 1001, BRS 1040, BRS 1031, BRS 2020 com rendimento de grãos acima de 5.000 kg ha<sup>-1</sup>. Os componentes de produção, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, número de espiga por planta, peso de cem grãos foram os mais afetados pela deficiência hídrica e calor.

**PALAVRAS CHAVES:** *Zea mays*, estresse térmico, tolerância à seca.

### CORN PHENOTYPING FOR TOLERANCE THE WATER DEFICIENCY AND THE HEAT IN TERESINA, PIAUÍ

**ABSTRACT:** Thirty six corn hybrid were evaluated in 2009 at Teresina, Piauí State, under two water regimes: full irrigation and water deficit during the reproductive phase, in order to select genotypes for drought tolerance and the heat. The experimental design was randomized block with three replications. The yield components, grain yield and water use efficiency were evaluated. The maximum medium air temperature, during the period of water deficiency was of 36.5 °C. The average grains yield and the water use efficiency of the trials without and with water deficiency were of 8,029 kg ha<sup>-1</sup>; 11.4 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> and 3,718 kg ha<sup>-1</sup>; 7.0 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively. The grains yield and water use efficiency decreased in 53.7 % and 38.6 %, respectively. In the water deficits treats sixteen hybrids produced above the general average (3,718 kg ha<sup>-1</sup>) emphasis on

hybrids DKB 390, 2 B 707, BRS 1001, BRS 1040, BRS 1031, BRS 2020 with grains yield above 5,000 kg ha<sup>-1</sup>. The rows of grain number for ear, grain number for row, ear number for plant and hundred grains weight grains were the most affected by water deficiency and heat.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, heat deficit, drought tolerance.

**INTRODUÇÃO:** A deficiência hídrica (DH) é um dos principais problemas da agricultura e a habilidade das plantas para tolerar a esse estresse é de extrema importância para o desenvolvimento do agronegócio de qualquer país. A pressão do estresse na planta fica mais intensa quando, além da deficiência hídrica, ocorre o estresse causado por de altas temperaturas, contribuindo ainda mais para a redução da taxa fotossintética líquida devido ao aumento da taxa da respiração, afetando diretamente o rendimento de grãos. Estudos de tolerância a seca envolvendo o milho podem trazer melhorias no crescimento e no rendimento de grãos(RG) da cultura em regiões com limitações hídricas (Li et al., 2009). Nesse contexto, destacam-se pesquisas visando à seleção de cultivares tolerante a seca e com significativa eficiência do uso da água, pois as respostas fisiológicas na tolerância a seca podem variar de acordo com a severidade e a duração do estresse, o estágio fenológico e o material genético (Duvick, 2005; Li et al., 2009). O déficit hídrico durante o estágio de florescimento na cultura do milho leva a um aumento no intervalo entre o pendoamento e o espigamento, que é negativamente correlacionado com a RG (Duvick, 2005). A disponibilidade hídrica pode ser o fator determinante do desenvolvimento e da produtividade da planta, podendo retardar ou, inclusive paralisar o crescimento vegetativo, bem como atrasar o desenvolvimento reprodutivo. Storck et al. (2009), estudando o milho em duas situações contrastantes, observaram redução em mais de 80 % no RG quando em condições de DH. O presente trabalho teve por objetivo identificar cultivares de milho com tolerância à seca e ao calor e com uso mais eficiente da água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram conduzidos dois experimentos de milho, um com irrigação plena (IP) e outro com deficiência hídrica (DH), de setembro a dezembro de 2009, em área experimental da Embrapa Meio-Norte (05°05' S; 42°48' W e 74,4 m), no município de Teresina, PI. A umidade relativa média anual de Teresina é de 75%, a temperatura média do ar é de 28,6°C e a precipitação pluviométrica anual é de 1.291 mm. O solo é classificado como Argissolo Amarelo eutrófico, de textura superficial arenosa (Embrapa, 2009). O espaçamento utilizado foi de 0,8 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas, na linha. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5,0 m de comprimento. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com três repetições. A deficiência hídrica ocorreu uma semana antes do pendoamento até duas semanas após o início do enchimento de espiga. O monitoramento do teor de água no solo até 0,70 m de profundidade foi feito por meio do DIVINER 2000. Durante o período do déficit hídrico, o nível de esgotamento de água no solo atingiu cerca de 75% do nível de esgotamento de água no solo.. A irrigação foi feita por um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, com os aspersores dispostos em um espaçamento de 12 m x 12 m, e vazão de 1,07 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. As irrigações foram diárias sendo as lâminas estimadas com base na evapotranspiração da cultura (ETc) do dia anterior, que foi calculada a partir da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc) por fase, cujos valores foram obtidos por Andrade Júnior et al. (1998).. Os dados do rendimento de grãos (RG) (kg ha<sup>-1</sup>), da eficiência de uso da água (EUA) e dos componentes de rendimento número de grãos por metro

quadrado, número de espiga  $m^{-2}$ , número de fileiras de grãos espiga $^{-1}$ , número de grãos fileira $^{-1}$ , foram submetidos à análise de variância depois de verificada a homogeneidade das variâncias, sendo a comparação das médias dos tratamentos feita pelo teste F e de Scott-Knott ao nível 5%.

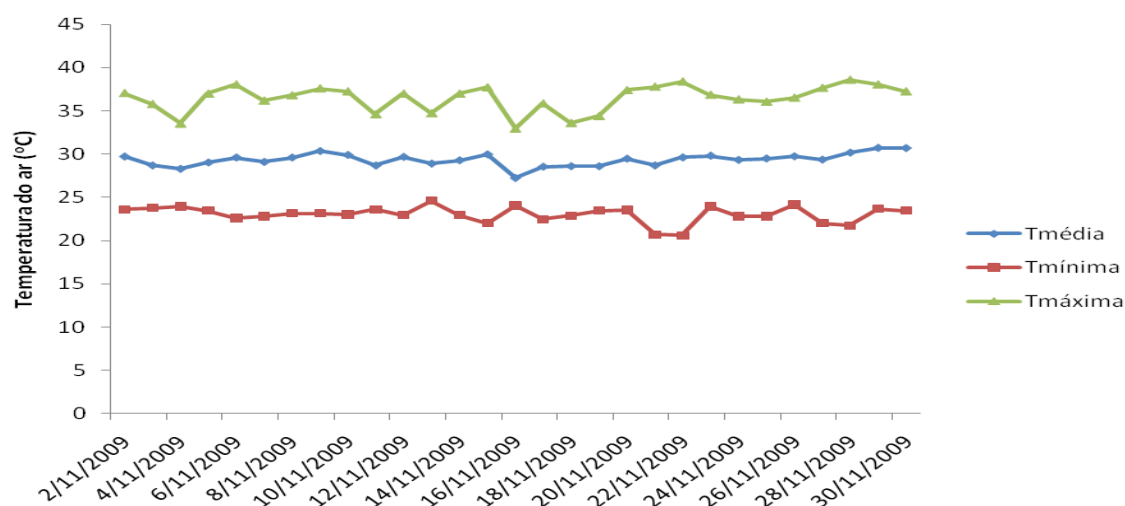
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No ensaio com IP houve maior número de espiga do que no ensaio com DH em virtude do maior índice de espiga por planta. O número de espiga e o índice de espiga variaram significativamente entre os híbridos, nos dois ambientes, possivelmente devido ao valor genético dos híbridos e da competição intraparcelar (Tabela 1) (Storck et al., 2009).

**Tabela 1.** Componentes de rendimento, número de grãos  $m^{-2}$  (NGM2), peso de grãos  $m^{-2}$  (PGM2), número de fileiras de grãos espiga $^{-1}$  (NFE), número de grãos fileira $^{-1}$  (G1F), número de espiga  $m^{-2}$  (NEM2) e peso de cem grãos (PCG) de 36 híbridos de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2009.

	NGM2	PGM2	NFE	G1F	NEM2	PGE	IE	PCG
IP	2.851	846	15,40	34,96	5,33	159	0,94	29,8
DH	1.370	202	14,81	26,49	4,09	91,41	0,72	58,7
Teste-F(IP)	**	**	**	**	**	**	**	**
Teste-F(DH)	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)(IP)		8,18	3,57	7,13	7,10	7,31	8,16	6,3
C.V.(%)(DH)	20,2	18,4	6,3	15,3	13,5	20,96	14,9	4,4

OBS: \*\*  $P < 0,01$  pelo teste F.

O menor índice de espiga por planta no ensaio com DH pode ter sido agravado pela ocorrência de altas temperaturas do ar (Figura 1) durante esse período (temperatura do ar média máxima de 36,5 °C), acarretando menor emissão de espigas, falhas na polinização e a falta de crescimento da espiga(espigas de tamanho insignificante). Explicação essa também válida aos componentes números de grãos por área, número de grãos por fileira na espiga, peso de grãos por espiga (Duvick, 2005). Na média do ensaio sob DH a redução no RG e na EUA foram de 53,6 % e 38,6 %, respectivamente. Sob DH quinze híbridos se sobressaíram com redução no RG menor do que 50 % e com uso eficiente da água maior do que 9,0  $kg\ ha^{-1}\ mm^{-1}$  em relação aos resultados dos ensaios com IP, com destaque para os híbridos DKB 390, 2 B 707, BRS 1040, BRS 1001, BRS 1031, BRS 2020, 3740109, CIMMYT 6618, 1F6405 (Tabela 2) .



**Figura 1.** Temperatura do ar durante o período de deficiência hídrica. Teresina, PI, 2009.

**Tabela 2.** Rendimento de grãos (RG), eficiência de uso da água (EUA) e redução no rendimento de grãos de 36 híbridos de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2009.

Híbrido	RG (kg ha <sup>-1</sup> )		Redução %	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	
	IP	DH		IP	DH
DKB 3909	12.133 a	7.946 a	34,51	17,2 a	14,9 a
2 B 707	10.058 b	6.826 b	32,13	14,3 b	12,8 b
BRS 1040	9.973 b	5.791 c	41,93	14,2 b	10,9 c
1 F 6405	9.402 c	4.857 c	48,34	13,4 c	9,1 c
BM 3061	9.974 b	4.011 d	59,79	14,2 b	7,5 d
BRS 1010	9.356 c	3.241 e	65,35	13,3 c	4,6 e
AS 1567	10.195 b	3.032 e	70,26	14,5 b	5,7 e
AG 9040	9.133 c	4.629 d	49,32	13,0 c	8,7 d
BRS 1001	8.577 d	5.799 c	32,39	12,2 d	10,9 c
BRS 1031	8.196 e	5.270 c	35,70	11,6 e	9,9 c
3740109	8.506 d	4.941 c	41,91	12,1 d	9,2 c
BRS 1035	8.601 d	4.500 d	47,68	12,2 d	8,5 d
BRS 3150	8.045 e	3.230 e	59,85	11,4 e	6,1 e
5780280	8.705 d	2.825 f	67,09	12,4 d	5,4 e
BRS 2022	8.100 e	2.428 f	70,02	11,5 e	4,6 f
BRS 3003	8.435 d	2.229 f	73,57	12,0 d	4,2 f
BRS 2020	6.601 g	5.286 c	19,92	9,4 g	9,9 c
CIMMYT 6618	7.329 f	4.875 c	33,48	10,4 f	9,2 c
3740129	6.809 f	4.2585 d	37,07	9,7 f	8,1 d
CIMMYT 6626	6.190 g	4.104 d	33,70	8,8 g	7,7 d
3E528-5	7.726 e	4.010 d	48,10	11,0 e	7,5 d

2F633-5	6.465 g	3.783 e	41,49	9,2 g	7,1 e
BRS 3060	7.743 e	3.782 e	51,16	11,0 e	7,1 e
BR 201	7.126 f	3.483 e	51,12	10,1 f	6,5 e
BR 206	7.763 e	3.089 e	60,20	11,0 e	5,8 e
BRS 3035	7.197 f	3.531 e	50,94	10,2 f	6,6 e
BRS 3025	7.305 f	2.829 e	61,27	10,4 f	5,3 e
BRS 2223	5.241 h	1.540 f	70,62	7,4 h	2,9 f
BRS 2114	7.752e	1.346 f	82,64	11,0 e	2,5 f
BR 205	6.345 g	1.157 f	81,77	9,0 g	2,2 f
DKB 330	7.019 f	1.944 f	72,30	10,0 f	3,7 f
2 B 710	7.383 f	1.769 f	76,04	10,5 f	3,3 f
5780235	8.008 e	2.694 e	66,36	11,4 e	5,1 e
P 30 F 35	7.834 e	2.961 e	62,20	11,1 e	5,6 e
BRS 1030	7.645 e	3.477 e	54,52	10,9 e	6,5 e
5780287	6.177 g	2.268 f	63,28	8,8 g	4,3 f
Média	8.029	3.718	53,69	11,4	7,0
C.V.(%)	6,42	18,4	-	6,41	18,3
Teste - F	**	**	-	**	**

OBS: \*\* P<0,01 pelo teste F. Médias, na coluna, seguidas pela mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott a 5%.

**CONCLUSÕES:** Os componentes de rendimento, número de grãos por área, número de grãos por fileira na espiga, número de espiga por planta e peso de espiga por plantas são afetados quando as plantas de milho estão submetidas à deficiência hídrica e ao calor. Existe cultivares de milho com características para tolerância a seca e ao calor as quais utilizam melhor a água nessas condições.

**REFERÊNCIAS:** ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; BASTOS, E.A. Irrigação. In: CARDOSO, M.J. (Org.). *A cultura do milho no Piauí*. 2 ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998, p.68-100. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 12).

DUVICK, D.N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). *Advance in Agronomy*, New York, v.86, p.83-145, 2005.

LI, Y.; SPRERRY, J.S.; SHAO, M. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford, v.66, p.341-346, 2009.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S.J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R. da. Duração do subperíodo semeadura-florescimento, crescimento e produtividade de milho em condições contrastante. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.8, n.1, p.27-39, 2009.