

## HÍBRIDOS ELITE DE MILHO TOLERANTES A DEFICIÊNCIA HÍDRICA E A ALTAS TEMPERATURAS

Edson A. Bastos<sup>1</sup>, Ramilos R. de Brito<sup>2</sup>, Milton J. Cardoso<sup>1</sup>, Aderson S. de Andrade Júnior<sup>1</sup>, Márcio A. Carneiro<sup>3</sup> Paulo E. de O. Guimarães<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador A, Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 1, CEP 64.006-220, Teresina, PI, Fone: (86) 3089 9100, [edson@cpamn.embrapa.br](mailto:edson@cpamn.embrapa.br) <sup>2</sup> Graduando em Agronomia UFPI, Bolsista Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio-Norte, [ramilos@hotmail.com](mailto:ramilos@hotmail.com) <sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Teresina, PI, [agro-marcio@hotmail.com](mailto:agro-marcio@hotmail.com) <sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, [evaristo@cpnms.embrapa.br](mailto:evaristo@cpnms.embrapa.br)

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 elite de milho foram avaliados, objetivando selecionar genótipos que apresentem tolerância à deficiência hídrica e a altas temperaturas, com base na produtividade de grãos e índice de área foliar. Foram conduzidos dois experimentos na Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, de setembro a dezembro de 2009. Dois regimes hídricos foram aplicados, um sob irrigação plena e outro sob deficiência hídrica durante a fase reprodutiva. A temperatura máxima média do ar durante o experimento foi de 36,5° C. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e 36 tratamentos (híbridos elites). Foram avaliados o índice de área foliar (IAF) e a produtividade de grãos. A produtividade de grãos variou de 1.424 Kg.ha<sup>-1</sup> a 7.591 Kg.ha<sup>-1</sup> e de 5.916 Kg.ha<sup>-1</sup> a 10.951 Kg.ha<sup>-1</sup> nos ensaios com e sem deficiência hídrica, respectivamente. Destacou-se como tolerante ao déficit hídrico e ao calor o híbrido 2B707 por apresentar o maior IAF (5,05) e a maior produtividade de grãos (7.591 Kg.ha<sup>-1</sup>).

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

## MAIZE HYBRIDS TOLERANT TO WATER DEFICIT AND HIGH TEMPERATURE IN TERESINA, PIAUÍ

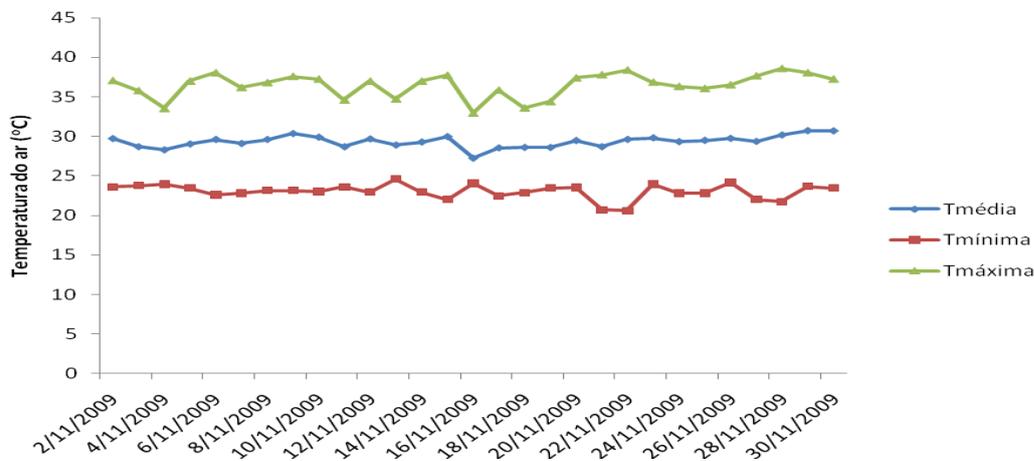
**ABSTRACT:** Thirty-six maize hybrids were evaluated in order to select genotypes tolerant to water deficit and high air temperature, based on grain yield and leaf index area. Two experiments were carried out at Embrapa Meio-Norte, in Teresina, Piauí State, from September to November, 2009, under two irrigation water regimes: no water deficit and water deficit during the reproductive phase. The average of maximum air temperature during the experiment was 36.5 ° C. Randomized blocks experimental design, with four repetitions and 36 treatments (hybrids) was used. Leaf area index (LAI) and grain yield were evaluated. The grain yield ranged from 1,424 Kg.ha<sup>-1</sup> to 7,591 Kg.ha<sup>-1</sup> and from 5.916 Kg.ha<sup>-1</sup> to 10.951 Kg.ha<sup>-1</sup> in the experiments under water deficit and no water deficit, respectively. The results showed that hybrid 2B707 is tolerant to water deficit and heat because presented the highest LAI (5,05) and the highest grain yield (7,591 kg ha<sup>-1</sup>).

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

**INTRODUÇÃO:** As reduções nas produtividades de grãos de milho, das principais regiões produtoras do Brasil, estão associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura, que ocorre durante o pendoamento ao início do enchimento de grãos (BERGONCI et al., 2001; BERGAMASCHI et al., 2004). Essas reduções são, ainda maiores, quando a deficiência hídrica ocorre conjuntamente com elevadas temperaturas do ar. Nesse sentido, é de fundamental importância pesquisas sobre tolerância a seca e ao calor, uma vez que podem trazer melhorias para o crescimento e para o rendimento de grãos (RG) da cultura em regiões com limitações hídricas (LI et al., 2009) e com altas temperaturas. No Brasil, algumas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de selecionar genótipos de milho para tolerância à seca (SILVA et al. 2008; 2009), baseando-se na produtividade de grãos e/ou componentes de produção do milho. Outro parâmetro que pode auxiliar na identificação de genótipos com tolerância a seca é o índice de área foliar (IAF), uma vez que a deficiência hídrica limita o crescimento das folhas. Assim, pressupõe-se que genótipos que consigam um bom desenvolvimento foliar sob condições de deficiência hídrica, tendem a produzir mais fotoassimilados e, conseqüentemente, maior produtividade de grãos. Algumas pesquisas têm determinado IAF em milho (SANGOI et al., 2007 e BRITO et al., 2010). Nesse contexto, este estudo teve como o objetivo selecionar genótipos de milho tolerantes a deficiência hídrica e a altas temperaturas, com base no IAF e na produtividade de grãos de milho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram avaliados 36 híbridos elite oriundos da Embrapa Milho e Sorgo, em dois experimentos, um com irrigação plena (IP) e outro com deficiência hídrica (DH). Estes ensaios foram conduzidos na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (05<sup>o</sup>05<sup>o</sup> S; 42<sup>o</sup>48<sup>o</sup> W e 74,4 m), de setembro a dezembro de 2009. De acordo com BASTOS & ANDRADE JÚNIOR (2008), a umidade relativa média anual de Teresina é de 69,7%, a temperatura média anual do ar é de 28,2°C e a precipitação pluviométrica anual é de 1.318 mm. O solo é classificado como Argissolo Amarelo eutrófico, de textura superficial arenosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5,0 m de comprimento, utilizando-se um espaçamento de 0,8 m x 0,20 m. A irrigação da área foi realizada por meio de um sistema por aspersão convencional fixo, com os aspersores e linhas laterais dispostos em um espaçamento de 12 m x 12 m, pressão de serviço de 250 KPa, diâmetro de bocais de 3,4 mm x 2,6 mm, vazão de 1,07 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. As irrigações foram aplicadas de acordo com o balanço hídrico realizado diariamente. A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi calculada pelo método de Peuman-Monteith, a partir de dados coletados na estação meteorológica automática da Embrapa Meio-Norte. Foram utilizados os coeficientes da cultura (K<sub>c</sub>) obtidos por ANDRADE JÚNIOR et al. (1998). O monitoramento da umidade do solo foi realizado por meio da sonda de capacitância DIVINER 2000 até 0,70 m de profundidade, cujos tubos de acesso foram instalados entre as plantas. Foi determinada a curva de retenção de água no solo. A deficiência hídrica iniciou uma semana antes do pendoamento e estendeu-se até duas semanas após o início do enchimento de espiga. Durante este período, a extração de água no solo atingiu cerca de 75% do nível de esgotamento de água no solo. Selecionou-se uma planta de cada parcela para a determinação da área foliar, determinada a cada 14 dias, multiplicando-se a maior largura da folha pelo comprimento e pelo fator 0,75. O índice de área foliar foi obtido pela relação entre a área foliar da planta e a área ocupada pela planta no solo. Os dados de produtividade de grãos (PG) foram corrigidos para 13% de umidade e submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível 5%. Definiu-se que os genótipos tolerantes seriam aqueles com PG acima da média e com reduções de PG menor que 40% na condição de deficiência hídrica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Durante o período que foi imposta a deficiência hídrica, foram registradas elevadas temperaturas do ar (Figura 1), com valores médios de 23°C, 29,3°C e 36,5°C para as temperaturas mínima, média e máxima, respectivamente.



**Figura 1.** Temperaturas máxima, média e mínima do ar durante o período de deficiência hídrica em experimento de híbridos elite de milho. Teresina, PI, 2009.

A ocorrência dessas temperaturas representa um estresse térmico para o milho, uma vez que segundo DURÃES et al. (2002) a temperatura ótima para essa cultura é de 30°C. No ensaio sob irrigação plena, a produtividade de grãos (PG) variou de 5.916 Kg.ha<sup>-1</sup> a 10.951 Kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto sob deficiência hídrica, foi de 1.424 Kg.ha<sup>-1</sup> a 7.591 Kg.ha<sup>-1</sup>, com uma redução média de 54,68 % (Tabela 1). Essas produtividades de grãos foram superiores às obtidas por SILVA et al. (2008, 2009) em ensaios de tolerância à seca em milho, provavelmente devido às diferenças genéticas entre os híbridos avaliados. Destaca-se que, de acordo com BANZINGER et al. (2000), em estudos que visam à seleção de genótipos tolerantes à seca, é desejável que o nível de estresse em milho seja suficiente para reduzir a produção em, no mínimo, 40% em relação ao ambiente sem estresse. Portanto, pode-se inferir que os resultados obtidos nesse trabalho apontam híbridos que, certamente, contêm características de tolerância à seca e a altas temperaturas, com destaque ao híbrido 2 B 707 que apresentou uma PG de 7.590,7 Kg.ha<sup>-1</sup> sob deficiência hídrica e sob altas temperaturas. Outro resultado que demonstra a característica de tolerância à seca e ao calor desse híbrido é o seu índice de área foliar - IAF (Figura 2). Pode-se observar que, mesmo em condições de déficit hídrico, o IAF do híbrido 2 B 707 atingiu valor máximo de 5,05, próximo ao obtido em condições de não estresse (5,16). Isso provavelmente ocorreu devido à capacidade desse híbrido de manter suas folhas verdes (*stay green*), mesmo em condições de deficiência hídrica. Por outro lado, o híbrido 1 F 592 4 foi o que apresentou o menor valor de máximo IAF (2,64) e a menor PG em condições estressadas. Pelas observações visuais em campo, muitos híbridos avaliados apresentaram senescência foliar intensa à medida que era aplicado o déficit hídrico, provocando reduções no IAF. Apesar do *stay green* ser uma importante característica a ser considerada na busca de um cultivar tolerante à seca e à altas temperaturas, não se pode afirmar que um cultivar com essa característica necessariamente alcançará boa PG. Neste trabalho, observou-se esse fato, comprovado pela baixa correlação (0,31) entre o IAF máximo e a PG sob deficiência hídrica. Talvez, um dos critérios mais importantes na identificação de cultivares tolerantes seja a produtividade de grãos e o nível de redução desta produtividade entre as condições estressada e não estressada. Considerando o critério de redução de PG < 40% e PG acima da média, destacaram-se, ainda, como tolerantes à seca e a

altas temperaturas os híbridos DKB 390, BRS 1040, P 30F35 e as linhagens 3G732 5, 1D219 5, 3G731 5, 3G742 5 e 3F624 5.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos (Kg.ha<sup>-1</sup>) de híbridos elite de milho sob irrigação plena (IP) e sob deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2009.

Híbrido	IP	DH	Redução (%)
2 B707	10950,54 a	7590,69 a	30,68
3G727 5	10031,33 b	3696,9 c	63,15
3G730 5	8708,4 b	4692,91 b	46,11
1F626 5	8702,15 b	5058,34 b	41,87
1G703 4	8674,03 b	4015,64 b	53,71
DKB 390	8439,98 b	5696,92 b	32,50
3G741 5	8439,65 b	1954,18 d	76,85
3G726 5	8250,07 b	3491,63 c	57,68
3G735 5	8159,44 b	2319,81 d	71,57
3G732 5	8146,94 b	5057,33 b	37,92
3G733 5	8101,11 b	2446,89 d	69,80
BRS 1040	8006,31 b	5197,96 b	35,08
3E533 5	7825,19 b	1959,39 d	74,96
3E482 4	7813,6 b	3056,27 c	60,89
1D219 5	7808,4 b	5228,17 b	33,04
3G731 5	7614,64 c	4841,7 b	36,42
1F622 5	7592,77 c	1550,01 d	79,59
3E474 4	7388,6 c	3358,36 c	54,55
3G737 5	7368,81 c	2128,14 d	71,12
3G742 5	7362,56 c	4558,35 b	38,09
3G738 5	7347,26 c	2244,56 d	69,45
1G759 5	7221,35 c	3751,07 c	48,06
1F631 5	7185,61 c	2492,73 d	65,31
3G729 5	7159,43 c	1631,26 d	77,22
3G739 5	7114,07 c	3397,94 c	52,24
3F624 5	6963,54 c	4694,83 b	32,58
P 30F35	6890,72 c	4768,79 b	30,79
AS 1567	6656,3 d	2954,19 c	55,62
1F625 5	6600,28 d	3248,98 c	50,78
1D225 5	6530,26 d	3482,32 c	46,67
1G758 5	6429,22 d	3493,39 c	45,66
1F558 4	6401,74 d	2296,89 d	64,12
1F583 4	6369,84 d	2934,4 c	53,93
2E530 5	6242,76 d	2231,27 d	64,26
BRS2022	6221,92 d	1857,31 d	70,15
1F592 4	5915,67 d	1423,97 d	75,93
<b>Média</b>	<b>7573,18</b>	<b>3466,76</b>	<b>54,68</b>
<b>C.V.(%)</b>	<b>9,15</b>	<b>33,44</b>	
<b>Teste - F</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	

\*\* P<0,01 pelo teste F

Médias na coluna seguida pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott a 5%.

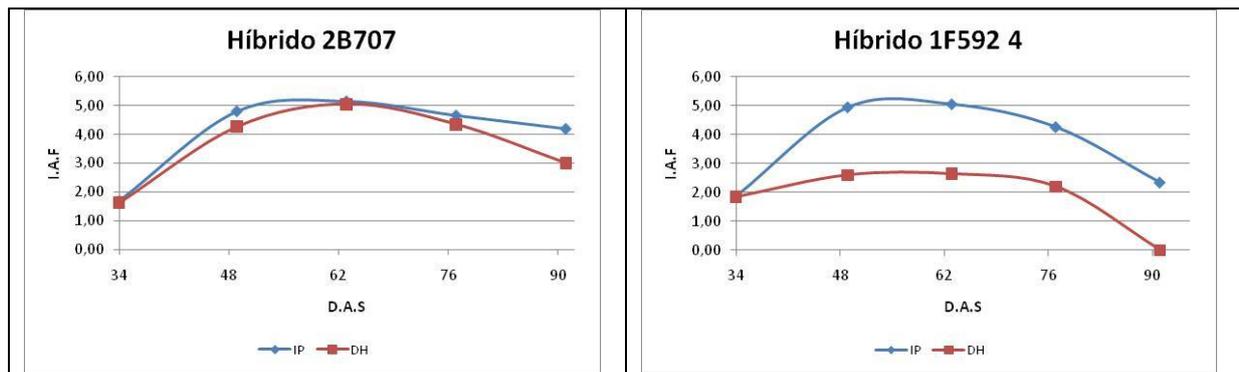


Figura 2. Índice de área foliar (IAF) de dois híbridos elite sob condições de irrigação plena (IP) e deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2009.

**CONCLUSÕES:** Os híbridos 2 B 707, DKB 390, BRS 1040, P 30F35 e as linhagens 3G732 5, 1D219 5, 3G731 5, 3G742 5 e 3F624 5 apresentam tolerância a deficiência hídrica e a altas temperaturas.

## 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).
- BANZINGER, M.; EDMEADES, G.O.; BECK, D. et al. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. Mexico, D.F. CIMMYT, 68 p., 2000.
- BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Boletim agrometeorológico do ano de 2007 para o município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2008. 37p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 181).
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.949-956, 2001
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.
- BRITO, K.S.; LYRA, G.B.; SOUZA, J.L. et al. Produtividade e Índice de Área Foliar do Milho em Função da Adubação Nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.
- DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C. et al. Combining ability of tropical maize inbred lines under drought stress conditions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.2, p. 291-298, 2002.
- 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.
- SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C.G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.3, p.263-271, 2007.
- SILVA, E.M.; BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J. et al. Grain yield of maize under full irrigation and water deficit, in Teresina, Piauí state. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37, Foz do Iguaçu, PR. SBEA. CD ROM, 2008.
- SILVA, E.M.; BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J. et al. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob deficiência hídrica e irrigação plena, em Teresina, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38, Juazeiro, BA/Petrolina. PE. SBEA. CD ROM, 2009.