



## PERFORMANCE DE HÍBRIDOS SIMPLES TRANSGÊNICOS E CONVENCIONAIS DE MILHO SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA

MILTON J. CARDOSO<sup>1</sup>, HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO<sup>2</sup>, CLESO ANTONIO PATTO PACHECO<sup>3</sup>, PAULO E. DE O. GUIMARÃES<sup>3</sup>, LEONARDO M. P. ROCHA<sup>4</sup>, EDSON ALVES BASTOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 86 XX 3089 9144, [milton.cardoso@embrapa.br](mailto:milton.cardoso@embrapa.br), <sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador B, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Tabuleiros Costeiros, <sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, <sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Analista A, Setor de Comunicação e Negócio, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 2 a 6 de Setembro de 2013 – Centro de Eventos Benedito Nunes, UFPA. Belém - PA.

**RESUMO:** Em condições de campo vinte e seis híbridos simples transgênicos (HST) (14) e convencionais (HSC) (12) de milho foram avaliados no ano de 2012 no município de Teresina, PI, sendo submetidos a dois regimes de irrigação: plena e com deficiência hídrica, no período reprodutivo, objetivando identificar genótipos que apresentem tolerância à seca. 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 durante o período de deficiência hídrica foi de 38,6 °C. O rendimento médio de grãos e a eficiência de uso da água dos ensaios com irrigação plena e com deficiência hídrica foram de 11.260 kg ha<sup>-1</sup>; 23,46 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 7.096 kg ha<sup>-1</sup>; 17,0 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 37,00 % e 27,6 %. No ensaio com deficiência hídrica os HST produziram 15,0% mais grãos em relação aos HSC havendo formação de três grupos (A, B e C) sendo que no grupo A 15 híbridos simples, com destaque para tolerância a seca, produziram acima da média geral (7.096 kg ha<sup>-1</sup>) sendo 11 HST e quatro HSC, com destaque para os HST P 3696 H, 30 F 53 HR, 30 R 50 H, 30 K 64 H, 2 B 710 HX e o HSC AS 1565 com rendimento de grãos acima de 8.000 kg ha<sup>-1</sup>. Os componentes de rendimento, número de grãos por área, peso de grãos por área, número de espiga por área e peso de grãos por espiga foram os mais afetados pela deficiência hídrica.

**PALAVRAS CHAVES:** *Zea mays*, rendimento de grãos, tolerância à seca.

### PERFORMANCE OF CONVENTIONAL AND TRANSGENIC SIMPLE HYBRID CORN UNDER HYDRIC DEFICIENCY

**ABSTRACT:** Under field conditions twenty-six transgenic simples hybrids (TSH) (14) and conventional (CST) (12) of maize were evaluated in 2012 at Teresina, Piauí, State, undergoing two irrigation regimes: full and water deficit in the period reproductively, aiming to





identify genotypes that have drought tolerance. The experimental design was a randomized block with three replications. Grain yield, yield components and water use efficiency, were evaluated. The average maximum temperature of the air during the water deficit period was 38.6 °C. The average grains yield and the water use efficiency of the trials without and with water deficit were 11,260 kg ha<sup>-1</sup>, 23.46 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> and 7,096 kg ha<sup>-1</sup>, 17.0 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively. The decrease in grain yield and water use efficiency were, respectively, 37.00% and 27.6%. In the experiment with hydric deficit HST produced 15.0% more grain in relation to HSC with the formation of three groups (A, B and C) and in group A 15 hybrids, especially drought tolerance, produced above average general (7096 kg ha<sup>-1</sup>) being eleven HST and four HSC, especially the HST P 3696 H, 30 F 53 HR, 30 R 50 H 30 H 64 K 2 B HX 710 and HSC AS 1565 with grains yield above 8,000 kg ha<sup>-1</sup>. The yield components, grains number per area, grain weight per area, ear number per area and ear weight per plant were the most affected by hydric deficit.

**KEY WORDS:** *Zea mays*, grain yield, drought tolerance.

## INTRODUÇÃO

A deficiência hídrica (DH) é um dos principais problemas da agricultura e a habilidade das plantas para tolerar 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 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 (EUA), 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 o 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 estudar o desempenho de híbridos simples transgênicos e convencionais de milho submetidos a deficiência hídrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sob condições de campo foram conduzidos dois experimentos com 26 híbridos simples transgênicos (HST) e convencionais (HSC) de milho, um com irrigação plena (IP) e outro





com deficiência hídrica (DH), de setembro a dezembro de 2012, 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 (Bastos; Andrade Júnior, 2008). O solo é classificado como Neossolo Flúvico eutrófico, de textura média (Embrapa, 2006). 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 cinco 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 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 lâminas de irrigações (LI) foram 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). As LI aplicadas totalizaram em 420 mm para o ensaio sob déficit hídrico e 480 mm para o ensaio com irrigação plena. Os dados do rendimento de grãos (RG) (kg ha<sup>-1</sup>), da eficiência de uso da água (EUA= RG/LI) e dos componentes de rendimento número de grãos m<sup>-2</sup> (NGM2), peso de grãos m<sup>-2</sup> (PGM2), número de espiga m<sup>-2</sup> (NEM2), peso de grãos por espiga (PGE), 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 sem deficiência hídrica não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) para o RG (PGM2 x 10) e seus componentes entre os híbridos simples transgênicos e convencionais (Tabela 1). Já no ensaio com deficiência hídrica houve significância ( $P<0,05$ ) entre os híbridos simples para RG e seus componentes sendo que os transgênicos sobressaíram em relação aos convencionais, 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<sup>-2</sup> (NGM2), peso de grãos m<sup>-2</sup> (PGM2 em g), número de espiga m<sup>-2</sup> (NEM2), peso de grãos por espiga (PGE em g) e eficiência de uso da água (EUA em kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) de 26 híbridos simples transgênicos e convencionais de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2012.

	NGM2	PGM2	NEM2	PGE	EUA
IP HST	3.405	1.125	6,12	184	23,47





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



IP HSC	3.450	1.126	6,12	184	23,45
Média	3.428	1.126	6,12	184	23,46
DH HST	2.323 a	759 a	5,16 a	147 a	18,08 a
DH HSC	2.016 b	660 b	4,80 b	137 b	15,71 b
Média	2.170	710	4,98	142	17,00
Teste- <i>F</i> (IP)	ns	ns	ns	ns	ns
Teste- <i>F</i> (DH)	**	**	**	**	**
C.V.(%)(IP)	4,02	7,2	1,6	6,6	7,2
C.V.(%)(DH)	5,3	9,5	3,4	8,6	9,5

OBS: \*\* (P<0,01) e na coluna médias diferentes (P<0,05) pelo teste F. ns: não significativo

O menor número de espiga por área no ensaio com deficiência hídrica pode ter sido agravado pela ocorrência de altas temperaturas do ar durante esse período (temperatura do ar média máxima de 38,6 °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 NGM2, PGM2, PGE (Duvick, 2005). Sob deficiência hídrica os híbridos simples transgênicos utilizaram melhor a água (18,08 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>) em relação aos híbridos simples convencionais (15,71 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>). Na média do ensaio sob deficiência hídrica a redução no RG e na EUA foi de 36,95 % e 27,54 %, respectivamente. No ensaio com deficiência hídrica os híbridos simples transgênicos produziram 15,0 % mais grãos em relação aos híbridos simples convencionais havendo formação de três grupos (**A**, **B** e **C**) sendo que no grupo **A** 15 híbridos simples produziram acima da média geral do ensaio (7.096 kg ha<sup>-1</sup>) sendo 11 híbridos simples transgênicos e quatro híbridos simples convencionais com destaque, para tolerância a seca, para os híbridos simples transgênicos P 3696 H, 30 F 53 HR, 30 R 50 H, 30 K 64 H, 2 B 710 HX e o híbrido simples convencional AS 1565 com rendimento de grãos acima de 8.000 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Os componentes de rendimento, NGM2, PGM2 e PGE foram os mais afetados pela deficiência hídrica (Tabela 1).

**Tabela 2.** Rendimento de grãos (RG), eficiência de uso da água (EUA) e redução no RG de 26 híbridos simples transgênicos e convencionais de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2012.

Híbridos	RG (kg ha <sup>-1</sup> )		Redução %	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	
	IP	DH		IP	DH
P 3862 H <sup>T</sup>	11.126	7.938 a	28,65	23,18	19,00 a
30 R 50 H <sup>T</sup>	11.826	8.125 a	31,30	24,64	19,35 a





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



P 4285 H <sup>T</sup>	10.963	7.763 a	29,19	22,84	18,48 a
DKB 399	10.864	7.365 a	32,21	22,63	17,54 a
1 F 640	12.497	7.575 a	39,39	26,04	18,04 a
30 K 73 H <sup>T</sup>	12.339	7.438 a	39,72	25,71	17,71 a
DKB 245	10.066	7.738 a	23,13	20,97	18,42 a
SHS 7090	12.170	5.013 c	58,81	25,35	11,93 c
DKB 330 Y <sup>T</sup>	11.548	6.850 b	40,68	24,06	16,31 b
30 K 64 H <sup>T</sup>	11.077	8.564 a	22,69	23,08	20,39 a
30 F 53 HR <sup>T</sup>	11.857	9.085 a	23,38	24,70	21,63 a
P 3696 H	10.443	9.688 a	7,23	21,76	23,07 a
DKB 117RR2	11.539	5.725 c	503,9	24,04	13,63 c
BRS 1040	12.149	6.525 b	46,29	25,31	15,54 b
BRS 1055	11.262	6.613 b	41,28	23,46	15,74 b
PRE 12 S 12	11.663	6.275 b	46,20	24,30	14,94 b
BRS 1030	10.956	4.944 c	54,87	22,82	11,78 c
BRS 1060	10.066	5.417 c	46,19	20,97	12,90 c
2 B 710 HX <sup>T</sup>	10.716	8.256 a	22,96	22,32	19,66 a
AS 1555YG <sup>T</sup>	10.079	7.163 a	28,93	21,00	17,05 a
AS 1596	11.014	6.863 b	37,69	22,95	16,34 b
IMPACTO	11.988	6.775 b	43,49	24,97	16,13 b
AS 1565	10.504	8.100 a	22,89	21,88	19,29 a
STATUS VIP <sup>T</sup>	11246	7.388 a	34,31	23,43	17,59 a
IMPACTO TL <sup>T</sup>	10.864	5.113 c	52,94	22,63	12,17 c
AS 1596 RR2 <sup>T</sup>	11.941	7.194 a	39,75	24,88	17,13 a
Média	11.260	7.100	36,95	23,46	17,00
C.V.(%)	7,20	9,5	-	7,20	9,5
Teste - F	ns	**	-	ns	**

OBS: <sup>T</sup> Híbridos simples transgênicos os demais são híbridos simples convencionais. \*\* P<0,01 pelo teste F; ns: não significativo. 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, peso de grãos por área, número de espiga por área e peso de espiga por planta de milho são afetados sob deficiência hídrica. Híbridos simples transgênicos sob deficiência hídrica são mais produtivos do que os convencionais. Existem híbridos simples de milho com características para tolerância a seca as quais utilizam melhor a água como os transgênicos P 3696 H, 30 F 53 HR, 30 R 50 H, 30 K 64 H, 2 B 710 HX e o convencional AS 1565.

## REFERÊNCIAS

- 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).
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- 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 sementeira-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.

