

# Performance Produtiva e Eficiência de Uso da Água de Híbridos de Milho em Condições Hídricas Contrastantes

*Milton José. Cardoso<sup>1</sup>; Edson Alves Bastos<sup>1</sup>; Valdenir Queiroz Ribeiro<sup>1</sup>; Lauro José Moreira Guimarães<sup>2</sup>; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães<sup>2</sup>; Leonardo Moura Pereira Rocha<sup>3</sup>*

## Resumo

Trinta e seis híbridos de milho foram avaliados no ano de 2010 em Teresina, PI, sendo submetidos a dois regimes hídricos: plena (IP) e com deficiência hídrica (DH), aplicados durante o período reprodutivo, objetivando a avaliação da performance produtiva. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados a produtividade de grãos (PG), componentes de produção e a eficiência do uso da água (EUA). A PG e a EUA dos ensaios com IP e com DH foram de 8.587 kg ha<sup>-1</sup>; 13,67kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 2.548 kg ha<sup>-1</sup>; 6,74 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, respectivamente. O decréscimo na PG e na EUA foi, respectivamente, de 70,33% e 50,69%. No ensaio com DH, 12 híbridos produziram acima da média geral (2.548 kg ha<sup>-1</sup>) com destaque para os híbridos AG 7088, 1 F 6265, 2 B 707, 1 G 703 4, 1 F 625 5 e 3 G 7335 com PG acima de 3.500 kg ha<sup>-1</sup>. Dentre os componentes de produção: peso de espiga, peso de grãos por espiga, número de espiga por área e rendimento de grãos por espiga são correlacionados com a PG sendo os mais afetados pela deficiência hídrica.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, rendimento de grãos, tolerância à seca.

## Introdução

A deficiência hídrica (DH) é um dos principais problemas da agricultura e a habilidade das plantas para tolerar a este 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 por causa do aumento da taxa da respiração, afetando diretamente o rendimento de grãos.

Com o aumento de temperatura haverá alteração na disponibilidade de água de uma determinada região e, em função do aumento da evapotranspiração, a deficiência hídrica aumentará e o excesso de água diminuirá, além de ocorrerem mudanças no ciclo hidrológico na região. Estudos de tolerância à seca envolvendo o milho podem trazer melhorias no crescimento e na produtividade de grãos (PG) da cultura em regiões com limitações hídricas (LI et al., 2009). Nesse contexto, destacam-se pesquisas visando à seleção

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, miltoncardoso@cpamn.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

de cultivares tolerantes à seca e com significativa eficiência do uso da água, pois as respostas fisiológicas na tolerância à 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 milho sob uma deficiência hídrica moderada possui um decréscimo da fotossíntese que decorre da diminuição da condutância estomática, levando ao fechamento dos estômatos e à redução da transpiração (GHANNOUM, 2009). Contudo, em um estresse severo e prolongado, limitações não estomáticas (bioquímicas) começam a ocorrer (GRZESIAK et al., 2007).

O deficit 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 PG (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% na PG quando em condições de DH.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de híbridos de milho em situações hídricas contrastante (com e sem deficiência hídrica).

## 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 2010, 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, 1999).

A parcela experimental era constituída de duas fileiras de 4,0 m de comprimento espaçadas de 0,8 m de 0,20 m entre plantas, na fileira. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com três repetições.

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 calculada a partir da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (ET<sub>o</sub>) e do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) por fase, cujos valores foram obtidos por Andrade Júnior et al. (1998).

A deficiência hídrica foi induzida uma semana antes do pendoamento até três 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 deficit hídrico, o nível de esgotamento de água no solo atingiu cerca de 75% do teor total de água no solo.

Os dados de produtividade de grãos (PG) (kg ha<sup>-1</sup>), da eficiência de uso da água (EUA) e dos componentes de produção: número de espiga m<sup>-2</sup>, peso de espiga por planta, peso de grão por espiga e rendimento de

grão por espiga, 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% (BARBIN, 2003). Também foram observados os dados de alturas da planta e da espiga e dos florescimentos masculino e feminino.

## Resultados e Discussão

No ensaio com IP houve maior número de espiga por área 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 regimes hídricos, possivelmente por causa do valor genético dos híbridos e da competição intraparcelar (Tabela 1) (STORCK et al., 2009).

**Tabela 1.** Dados médios relacionados a alturas de planta (AP) e da espiga (AE), número de grãos m<sup>-2</sup> (NGM2), peso de espiga por planta (PEP), peso de grãos por espiga (PGE), rendimento de grãos por espiga (RGE), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF) de 36 híbridos de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2010.

	AP	AE	NEM2	PEP	PGE	RGE	FM	FF
IP	224	116	5,64	186	153	0,82	52	54
DH	196	111	2,71	117	87	0,73	54	60
Teste-F(IP)	-	-	**	**	**	**	-	-
Teste-F(DH)	-	-	**	**	**	**	-	-
C.V.(%)(IP)	-	-	11,8	10,4	11,0	3,0	-	-
C.V.(%)(DH)	-	-	25,5	18,5	22,0	12,1	-	-

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

A deficiência hídrica, no milho, na fase do florescimento aumenta o intervalo entre o pendoamento e o espigamento, o que acarreta a menor emissão de espigas, falhas na polinização e a falta de crescimento da espiga (espigas de tamanho insignificante). Essa explicação também válida para os componentes número de espiga por área, peso de espiga e peso de grãos por espiga (DUMICK 2005; GRZEŚIAK et al. 2007).

Performance Produtiva e Eficiência de Uso da Água de Híbridos de Milho em Condições Hídricas Contrastantes.

Na média do ensaio sob DH a redução na PG e na EUA foram de 70,33 % e 50,69 %, respectivamente. Sob DH, 12 híbridos se sobressaíram com redução na PG menor do que 50 % e com uso eficiente da água maior do que 9,00 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> em relação aos resultados dos ensaios com IP, com destaque para os híbridos AG 7088, 1 F 6265, 2 B 707, 1 G 703 4, 1 F 625 5 e 3 G 7335 com produtividade de grãos acima de 3.500 kg ha<sup>-1</sup>.

A PG correlacionou-se positivamente (P<0,01) com os componentes de produção, peso de espiga por planta (0,88), peso de grãos por espiga (0,90), índice de espiga (0,93) e rendimento de grãos por espiga (0,68) os quais foram os mais afetados pela deficiência hídrica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Produtividade de grãos (PG), eficiência de uso da água (EUA) e redução na PG de 36 híbridos de milho sem deficiência hídrica (IP) e com deficiência hídrica (DH). Teresina, PI, 2009.

Híbridos	PG (kg ha <sup>-1</sup> ) IP	PG (kg ha <sup>-1</sup> ) DH	Redução %	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> ) IP	EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> ) DH
----------	---------------------------------	---------------------------------	--------------	---	---

AG 7088	11.047 a	7.750 a	29,56	17,59 a	20,50 a
1 F 626 5	8.750 a	5.461 a	38,63	13,93 a	14,45 a
1 H 787	8.704 a	3.641 b	56,91	13,86 a	9,63 b
1 D 219 5	7.035 b	1.438 c	79,35	11,20 b	3,80 c
1 D 219 5	6.473 b	2.578 c	60,83	10,31 b	6,82 c
1 D 225 5	8.313 a	1.750 c	78,92	13,24 a	4,63 c
3 H 842	7.413 b	2.028 c	72,67	11,80 b	5,37 c
P 30 F 35	9.969 a	1.827 c	81,72	15,87 a	4,83 c
1 F 592 4	9.859 a	1.784 c	81,97	15,70 a	4,72 c
2 H 834	7.313 b	2.828 c	60,47	11,64 b	7,48 c
2 E 530 5	8.703 a	3.469 b	61,14	13,86 a	9,18 b
1 F 583 4	9.281 a	984 c	89,34	14,78 a	2,60 c
3 E 482 4	9.031 a	4.286 b	51,22	14,38 a	11,34 b
3 H 823	8.547 a	1.256 c	84,51	13,61 a	3,32 c
2 H 826	10.875 a	682 c	93,80	17,32 a	1,78 c
3 H 843	9.531 a	2.155 c	77,26	15,18 a	5,70 c
2 B 707	10.500 a	5.344 c	49,40	16,72 a	14,14 a
2 H 828	7.328 b	1.016 c	86,48	11,67 b	2,68 c
1 F 625 5	6.373 b	3.654 b	42,72	10,15 b	9,67 b
3 F 627 5	10.656 a	3.755 b	65,01	16,97 a	9,93 b
2 H 831	8.859 a	484 c	94,66	14,11 a	1,28 c
3 G 739 5	8.719 a	1.766 c	79,61	13,88 a	4,67 c
3 H 832	7.328 b	2.454 c	66,56	11,67 b	6,50 c
3 G 741 5	7.547 b	2.719 c	65,77	12,02 b	7,19 c
1 G 703 4	8.570 a	6.188 a	26,25	13,65 a	16,37 a
3 G 733 5	8.500 a	4.892 b	44,05	13,54 a	12,94 b
3 G 738 5	8.938 a	1.327 c	85,10	14,23 a	3,51 c
1 F 557 4	8.750 a	1.297 c	85,05	13,93 a	3,43 c
1 Performance Produtiva e Eficiência de Uso da Água de Híbridos de Milho em Condições Hídricas Contrastantes.					
1 H 795	7.266 b	469 c	92,88	11,57 b	1,24 c
Continuação.	7.375 b	2.539 c	65,94	11,74 b	6,72 c
	9.484 a	2.094 c	78,10	15,10 a	5,54 c
2 H 829	9.906 a	1.750 c	81,48	15,77 a	Continua...
3 H 798	8.500 a	2.500 c	70,39	13,54 a	
1 G 672 4	8.513 a	1.930 c	77,25	13,56 a	5,11 c
1 H 845	6.219 b	1.448 c	74,95	9,90 b	3,83 c
MÉDIA	8.587	2.548	70,33	13,67	6,74
CV(%)	12,6	31,6	-	12,60	31,6
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 produção, número de espiga por área, peso de espiga por plantas, peso de grão por espiga e rendimento de grãos por espiga são afetados quando as plantas de milho são submetidas à

deficiência hídrica. As reduções na produtividade de grãos e na eficiência de uso da água são de 70,33% e 50,69%.

Os híbridos de milho, AG 7088; 1 F 626 5; 1G 703 4; 3 G 733 5; 1 G 703 4; 2 B 707 apresentam características para tolerância à seca.

## 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).
- BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agrônômicos**. Araponga: Midas, 2003. 208 p.
- 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.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999.413p.
- GHANNOURM, O. C. C4 photosynthesis and water stress. **Annals of Botany**, London, v. 103, p. 635-644, 2009.
- GRZESIAK, M. T.; RZEPKA, A.; HURA, T.; HURA, K.; SKOCZOWSKI, A. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. **Photosynthetica**, Prague, v. 45, p. 280-287, 2007.
- 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.
-