

## EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE HÍBRIDOS SIMPLES E TRIPLOS TRANSGÊNICOS DE MILHO NO CENTRO NORTE PIAUIENSE

MILTON J. CARDOSO<sup>1</sup>, HÉLIO W. L. de CARVALHO<sup>2</sup>, CLESO A. P. PACHECO<sup>3</sup>, PAULO  
E. O. GUIMARÃES<sup>3</sup>, LEONARDO M. P. da ROCHA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, D.Sc., Produção Vegetal, Embrapa Meio-Norte, [milton.cardoso@embrapa.br](mailto:milton.cardoso@embrapa.br), <sup>2</sup>  
Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, M.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Tabuleiros Costeiros,  
[helio.carvalho@embrapa.br](mailto:helio.carvalho@embrapa.br), <sup>3</sup>Engenheiro agrônomo, D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Milho e Sorgo,  
[cleso.pacheco@embrapa.br](mailto:cleso.pacheco@embrapa.br), [paulo.guimaraes@embrapa.br](mailto:paulo.guimaraes@embrapa.br), <sup>4</sup>Analista A, Embrapa Milho e Sorgo,  
[leonardo.rocha@embrapa.br](mailto:leonardo.rocha@embrapa.br)

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** O manejo adequado de cultivos transgênicos merece atenção por parte dos produtores e técnicos envolvidos no processo produtivo, para torná-lo, sustentável. O objetivo desse trabalho foi avaliar vinte e cinco híbridos transgênicos (16 simples -HS e nove triplos - HT), sob irrigação no período de julho a novembro de 2013, no município de Teresina, Piauí. O teste de Scott-Nott ( $P < 0,05$ ) identificou três grupos: O grupo A com seis HS apresentando produtividade média de grãos (PG) superior a  $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , o grupo B com quatro híbridos (dois HS e dois HT) com PG superior a  $11.000 \text{ kg ha}^{-1}$  e o grupo C com quinze híbridos (oito HS e sete HT) com PG superior a  $8.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em média os HS produziram  $11.210 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $P < 0,01$ ; teste F) e os HT  $10.494 \text{ kg ha}^{-1}$ . O grupo A foi o mais eficiente no uso da água, com valor médio de  $20,34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ . Os componentes de produção número de grãos por área peso de espiga e peso de grãos por espiga foram os que mais contribuíram para diferenciar os HS dos HT.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivar, irrigação, *Zea mays*.

## WATER USE EFFICIENCY AND GRAIN YIELD OF TRANSGENIC TRIPLES AND SIMPLES HYBRIDS CORN IN CENTRAL NORTH PIAUIENSE

**ABSTRACT:** The appropriate management of transgenic crops require attention from producers and technicians involved in the production process, to make it sustainable. The aim of this study was to evaluate twenty-five transgenic hybrids (16 single hybrids SH - nine triples hybrids - TH) under irrigation in the period from July to November 2013 in Teresina, Piauí. The test of Scott - Nott ( $P < 0.05$ ) identified three groups: Group A with six SH with an average grain yield (GY) exceeding  $12,000 \text{ kg ha}^{-1}$ , group B with four hybrids (two SH and two TH) with GY excess of  $11,000 \text{ kg ha}^{-1}$  and group C with fifteen hybrids (SH eight -seven TH) with GY more than  $8,000 \text{ kg ha}^{-1}$ . In average SH produced  $11,210 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $P < 0.01$ , test F) and TH  $10,494 \text{ kg ha}^{-1}$ . Group A was the most efficient in water usage with an average of  $20.34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ . Number grains per unit area, ear weight and grain weight per ear were the main contributors to differentiate SH from TH.

**KEYWORDS:** Cultivar, irrigation, *Zea mays*.

**INTRODUÇÃO:** O milho é um das fontes mais importantes de alimentos no mundo, além de ser matéria-prima básica para a produção de diversos outros tipos de alimento. Nos últimos anos, os insetos têm causado uma limitação na produção de milho no Brasil, especialmente os insetos da ordem *Lepidoptera* (*Spodoptera frugiperda*), entre outras. Com o advento da biotecnologia foi desenvolvida uma nova metodologia de controle de pragas, que consiste nas plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos (ARMSTRONG et al. 1995). Anteriormente à introdução das tecnologias transgênicas, dois grandes fatores aumentavam sua importância no cultivo do milho no Brasil e no mundo: a alta dependência dos defensivos e o crescente índice de resistência de insetos, com a necessidade de cada vez maior de aplicações e maiores doses. Os resultados eram o aumento de custos de produção e a menor a produtividade das culturas. Portanto, o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas oferece o potencial de aumentar a produtividade agrícola, diminuir a utilização de defensivos, aumentar o valor nutricional de plantas, entre outras, de forma a melhorar as condições de vida e desenvolvimento humano. No geral, os resultados obtidos com a introdução da biotecnologia na produção de milho em muitos países já apresentam resultados positivos, reduzindo os custos médios de produção. Gruère et al. (2007) analisou diversos trabalhos que mostravam os efeitos na produtividade do milho quando estes apresentavam o gene de resistência a insetos, além dos efeitos na redução de utilização de insumos. O efeito na produtividade variou entre 5% e 34% na produtividade das culturas de milho transgênico, além de uma redução de defensivos que chegou a 31,4%. Nesse estudo objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e a eficiência de uso da água em milho transgênico comercial no município de Teresina, Piauí.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um experimento com semeadura em junho de 2013 foi conduzido no município de Teresina, PI, em solo Neossolo Flúvico, Eutrófico, sob irrigação por aspersão convencional, cujo manejo foi feito com base na reposição da evapotranspiração da cultura, calculada a partir da evapotranspiração de referência estimada por Penman-Monteith e dos coeficientes da cultura obtidos por ANDRADE JÚNIOR et al. (1998). A lâmina aplicada em um ciclo de 100 dias foi de 620 mm com um consumo médio e 6,2 mm. Os resultados das análises de fertilidade do solo, realizadas pelo Laboratório de Fertilidade de Solos da Embrapa Meio-Norte, indicaram: pH em água(1:2,5) = 6,4; fósforo ( $\text{mg.dm}^{-3}$ ) = 20,1; potássio ( $\text{mg.dm}^{-3}$ ) = 114,2; cálcio ( $\text{mmolc.dm}^{-3}$ ) = 18,9; magnésio ( $\text{mmolc.dm}^{-3}$ ) = 5,1; alumínio ( $\text{mmolc.dm}^{-3}$ ) = 0,0 e M.O. ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) = 22,1. As adubações foram feitas de acordo com a análise do solo e a exigência da cultura. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições e 25 tratamentos (16 híbridos simples e nove híbridos triplos de milho transgênicos-Tabela 1).

**Tabela 1.** Informações agrônômicas sobre as cultivares utilizadas no experimento.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Textura Grãos	Empresa
DKB 177 PRO	HS	P	SDU	1
DKB 330 YG	HS	SP	SD	1
DKB 390 PRO	HS	P	SDU	1
DKB 350 PRO	HS	P	SDU	1
DKB 175 PRO	HS	P	SDU	1
AS 1581 PRO	HSm	P	SDU	2
AS 1596 RR	HS	P	SD	2
AS 1660 PRO	HS	SP	SDU	2
AS 3421 YG	HT	P	SDU	2
AS 1598 PRO	HS	P	SDU	2
20 A 78 HX	HT	SP	SD	3
30 A 16 HX	HS	P	SDU	3
30 A 95 HX	HT	P	SDU	3
20 A55 HX	HT	P	SDU	3
30 A 91 HX	HSm	P	SDU	3
30 A 95 HX	HT	P	SDU	3
2 B 710 HX	HS	P	SDU	4
2 B 512 HX	HT	P	SDU	4
2 B 433 HR	HT	SP	SD	4

Continuação da

**Tabela 1.**

2 B 655 HX	HT	P	SDU	4
2 B 707 PW	HS	P	SDU	4
2 B 688 HX	HT	P	SDU	4
2 B 604 HX	HSm	P	SDU	4
2 B 587 PW	HS	P	SD	4
2 B 525 HX	HS	P	SDU	4

HS: Híbrido simples; HSm: Híbrido simples modificado; HT: Híbrido triplo; P: Precoce; SP: Superprecoce; SDU: Semiduro; SD: Semidentado; 1: DEKALB; 2: AGROESTE SEMENTES; 3: MORGAN SEMENTES; 4: DOWAGROSSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA.

Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,70 m e 0,20 m entre covas dentro das fileiras, mantendo-se uma planta por cova, após o desbaste. A área útil constou das duas fileiras centrais (7,0 m<sup>2</sup>). As características avaliadas foram: produtividade de grãos (PG) (kg ha<sup>-1</sup>) com 14 % de umidade, índice de espiga (IE), número de grãos m<sup>-2</sup> (NGM2), peso de uma espiga (PIE), peso de grãos por espiga (PGE) e eficiência de uso da água (EUA). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knot a 5% (BARBIN, 2003).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com exceção do índice de espiga foi observado diferenças (P<0,05), pelo teste F, para a PG, EUA e dos componentes de produção NGM2, PIE e PGE (Tabela 2). Em relação à média geral do ensaio onze híbridos sobressaíram-se sendo nove HS e dois HT.

**Tabela .** Rendimento de grãos (PG) (kg ha<sup>-1</sup>), índice de espiga (IE), número de grãos por m<sup>-2</sup> (NGM2), peso de uma espiga (PIE) (g), peso de grãos por espiga (PGE) e eficiência de uso da água (EUA) (kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>) de vinte e cinco híbridos. Teresina, 2013.

Híbrido	Tipo	PG	IE	NGM2	PIE	PGE	EUA
DKB 390 PRO	HS	13.005 a	0,98	3.627 a	245 a	201 a	20,98 a
AS 1598 PRO	HS	12.886 a	0,99	3.488 a	237 a	196 a	20,74 a
AS 1581 PRO	HS	12.724 a	1,00	3.604 a	221 a	184 a	20,52 a
30 A 16 HX	HS	12.417 a	1,00	3.896 a	227 a	184 a	20,03 a
30 A 91 HX	HS	12.342 a	1,02	3.394 a	223 a	181 a	19,91 a
DKB 177 PRO	HS	12.311 a	1,06	3.636 a	206 b	170 b	19,86 a
BM 840 PRO	HS	11.540 b	0,97	3.608 a	221 b	178 a	18,61 b
2 B 655 HX	HT	11.475 b	1,01	3.114 b	199 b	161 b	18,51 b
2 B 710 PW	HS	11.273 b	1,03	3.100 b	189 b	162 b	18,18 b
20 A 55 HX	HT	11.205 b	0,96	3.272 b	201 b	167 b	18,03 b
2 B 710 HX	HS	11.056 c	1,01	3.083 b	191 b	160 b	17,83 c
AS 1596 RR2	HS	10.882 c	1,01	3.166 b	200 b	166 b	17,55 c
2 B 512 HX	HT	10.785 c	0,98	3.183 b	179 b	156 b	17,40 c
2 A 525 HX	HS	10.579 c	0,99	3.091 b	188 b	161 b	17,06 c
DKB 175 PRO	HS	10.437 c	0,95	3.044 b	207 b	171 b	16,83 c
2 B 433 HR	HT	10.403 c	0,94	2.994 b	185 b	159 b	16,78 c
30 A 95 HX	HT	10.354 c	0,95	3.015 b	183 b	157 b	16,70 c
DKB 350 PRO	HT	10.221 c	0,98	2.975 b	196 b	160 b	16,49 c
AS 3421 YG	HT	10.146 c	1,00	3.001 b	191 b	157 b	16,37 c
2 B 688 HX	HT	10.122 c	0,99	3.040 b	190 b	156 b	16,33 c
2 B 604 HX	HS	10.102 c	0,94	2.818 b	189 b	158 b	16,29 c
20 A 78 HX	HT	9.729 c	0,91	2.873 b	189 b	157 b	15,69 c
AS 166° PRO	HS	9.556 c	1,02	2.915 b	168 b	139 b	15,41 c
2 B 587 PW	HS	9.432 c	0,92	2.597 b	183 b	151 b	15,21 c
DKB 330 YG	HS	8.851 c	0,89	2.555 b	178 b	150 b	14,28 c
Média Geral		10.952	0,98	3.159	199	165	17,66
CV(%)		6,07	4,10	7,19	4,95	6,04	6,07
MHS		11.210 A	0,99	3.220 A	205 A	169 A	18,08 A
MHT		10.494 B	0,97	3.052 B	190 B	159 B	19,93 B
F (teste)		**	ns	**	**	**	**

Numa mesma coluna médias seguidas por letra minúscula são iguais pelo teste de Scott-Nott a 5% e por letra maiúscula pelo teste F. HS: híbrido simples; HT: híbrido triplo.

Pelo teste de Scott-Nott ( $P < 0,05$ ) foram identificados três grupos (A, B e C). O grupo A com seis HS apresentando PG superior a  $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , o grupo B com quatro híbridos (dois HS e dois HT) com PG superior a  $11.000 \text{ kg ha}^{-1}$  e o grupo C com quinze híbridos (oito HS e sete HT) com PG superior a  $8.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em média os HS produziram  $11.210 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $P < 0,01$ ; teste F) e os HT  $10.494 \text{ kg ha}^{-1}$ . O grupo A foi o mais eficiente no uso da água com valor médio de  $20,34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ . De um modo geral, as médias da PG e da EUA, considerando os grupos de híbridos, comportaram-se seguindo a série HS>HT. Existem germoplasmas com genes relacionados a uma melhor utilização da água (CARDOSO et al., 2002; GALVÃO & MIRANDA, 2004). Diferenças na EUA tem sido observada entre culturas e entre cultivares de uma mesma espécie por López-Castañeda & Richards (1994) e Cardoso et al. (2003). Os componentes de produção NGM2, P1E e PGE foram os que mais contribuíram para diferenciar os HS dos HT.

**CONCLUSÕES:** No geral os HS transgênicos produzem mais grãos e utilizam melhor a água em relação ao HT transgênicos. O número de grãos por área, o peso de espiga e o peso de grãos por espiga são os principais componentes de rendimentos que contribuem para diferenciar os HS dos HT.

#### **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).

ARMSTRONG, C.L.; PARKER, G.B.; PERSHING, J.C.; BROWN, S.M.; SANDERS, P.R.; DUNCAN, D.R.; STONE, T.; DEAN, D.A.; DeBOER, D.L.; HART, J.; HOWE, A.R.; MORRISH, F.M.; PAJEAU, M.E.; PETERSEN, W.L.; REICH, J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C.G.; SATO, S.J.; SCHULER, W.; SIMS, S.R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L.J.; FROMM, M.E. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science*, Madison, v.35, p.550-557, 1995.

BARBIN, D. Planejamento e análises de experimentos agrônômicos. Araponga: Midas, 2003. 208 p.

CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q.; BASTOS, E.A.; Componentes de rendimento e produtividade de grãos de híbridos e variedades de milho sob irrigação em solo de Tabuleiros Costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, Salvador, 2002. Resumos Expandidos... Salvador: SBEA/UFG, 2002. (CD ROOM).

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.E.L.; BASTOS, E.A.; RIBEIRO, V.Q.. Comportamento produtivo de híbridos e variedades de milho sob irrigação em Neossolos Quartzarênico e Flúvico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, Goiânia, 2003. Resumos Expandidos... Goiás: SBEA/UFG, 2003. (CD ROOM).

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. *Tecnologias de produção do milho*. Viçosa, MG: UFV, 2004. 366p.

GRUÈRE, G.; BOUET, A.; MEVEL, S. *Genetically modified food and international trade*. Washington: International Food Policy Research Institute, Dec. 2007. 60p. (IFPRI Discussion Paper, 00740).

LÓPEZ-CASTAÑEDA, C. & RICHARDS, R. A. Variation in temperate cereals in rainfall environments. III. Water use and water-use efficiency. *Field Crop Research*, Amsterdam, v.39, p.85, 1994.