

GRAUS-DIA, EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DE HÍBRIDOS DE MILHO EM CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS CONTRASTANTE

Milton José Cardoso¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Leonardo Melo Pereira da Rocha³, Edson Alves Bastos¹, Francisco de Brito Melo¹

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, milton.cardoso@embrapa.br; edson.bastos@embrapa.br; francisco.brito@embrapa.br; ² Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, helio.carvalho@embrapa.br; ³ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, leonardo.rocha@embrapa.br

RESUMO: A temperatura é o mais importante fator climático para estimar os eventos fenológicos do milho, desde que não haja deficiência hídrica, havendo relação linear entre a duração desses períodos e o desenvolvimento da planta. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de 22 híbridos de milho em situações edafoclimáticas contrastantes (duas épocas de semeadura-ES; solo Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico), sob irrigação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com duas repetições. Os experimentos foram semeados em área da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, em abril e julho/2016. Observaram-se diferenças de 19,06% e de 9,04%, respectivamente, sobre a produtividade de grãos e eficiência de uso da água (EUA) da ES de julho ($8.339,30 \text{ kg ha}^{-1}$; $1,77 \text{ kg m}^{-3}$) em relação a ES de abril ($6.749,55 \text{ kg ha}^{-1}$; $1,61 \text{ kg m}^{-3}$). A temperatura máxima média no período da emergência ao pendoamento (EM-PD), na primeira e segunda época, foi de $33,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e de $36,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e no período do espigamento a maturidade fisiológica a radiação solar foi de $14,9 \text{ MJ m}^{-2}$ (ES abril) e $17,9 \text{ MJ m}^{-2}$ (ES julho), o que contribuiu para um aumento na produção de grãos (PG) por planta na ES de julho. Os híbridos 30 A 37 PW, DKB 395 PRO e MG 652 PW, entre outros, aparentam ter tolerância a altas temperaturas e usam melhor a água para a PG. Os graus-dia acumulados no período da EM-PD classificam os híbridos como de ciclo precoce.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura, cultivar, fenologia, *Zea mays*.

DAY-GREES, WATER USE EFFICIENCY OF CORN HYBRID IN EDAFOCLIMATIC CONDITIONS CONTRAINSTANT

ABSTRACT: Temperature is the most important climatic factor to estimate phenological events in corn, as long as there is no water deficiency, there being a linear relationship between the duration of these periods and the development of the plant. The objective was to evaluate the performance of 22 corn hybrids in contrasting soil and climatic conditions (two sowing times-ES, Red-Yellow Argissolo soil and Fluovian Neosol soil) under irrigation. The experimental design was a randomized block with two replicates. The experiments were sown in an area of Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, in April and July/2016. Relative differences of 19.06% and 9.04% were observed, respectively, on grain yield and water use efficiency (WUE) of July ES ($8,339.30 \text{ kg ha}^{-1}$, 1.77 kg m^{-3}) in relation to April ES ($6,749.55 \text{ kg ha}^{-1}$; 1.61 kg m^{-3}). The mean maximum temperature in the emergence-tasseling period at the first and second epoch was $33.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and in the second epoch of $36.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively, and at physiological maturity the solar radiation was 14.9 MJ m^{-2} (Sowing in April) and 17.9 MJ m^{-2} (July sowing), which contributed to an increase in grain yield per plant in July

SS. Hybrids 30 to 37 PW, DKB 395 PRO and MG 652 PW, among others, appear to have tolerance to high temperatures and use water better for grain production. The day-grees accumulated in the period from emergence to tasseling classify the cultivars as early cycle.

KEY-WORDS: Temperature, cultivar, phenology, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Na Agrometeorologia a fenologia é indispensável em estudos que envolvem as interações solo-clima-planta, como zoneamentos agroclimáticos, calendários de semeadura, avaliação de riscos climáticos, irrigação, entre outros. Torna-se indispensável na avaliação de impactos da variabilidade climática em escala espaço-temporal ou de futuros cenários, à luz das relações solo-clima-planta (BERGAMASCHI, 2007).

A caracterização dos eventos fenológicos permite identificar todo desenvolvimento das plantas, a fim de estabelecer relações com as condições do clima sob diferentes anos, épocas ou locais. Com isto, torna-se possível avaliar e descrever com precisão o impacto de fenômenos adversos. Classificar genótipos segundo sua precocidade também é fundamental e requer precisão na descrição fenológica. Com a duração do ciclo e seus períodos críticos é possível planejar a implantação e o manejo das espécies, para mitigar prejuízos por estresses climáticos.

A fenologia do milho (MI) é regulada basicamente pelo regime térmico, o que permite o emprego de modelos de crescimento baseados em somas térmicas. Trabalhos demonstram que os genótipos de MI cultivados nas diferentes regiões do Brasil necessitam de determinada quantidade de energia para cumprir suas etapas fenológicas (BRUNINI et al., 2006; HANASHIRO; MINGOTTE; FORNASIERI FILHO, 2013).

O uso dos graus-dia (GD), baseada no acúmulo energético acima de determinada temperatura base, é de uso abrangente em modelos que descrevem o desenvolvimento fenológico e o crescimento do MI. Dentro de um mesmo grupo de maturação, é possível estimar a ocorrência de fases da cultura, para diferentes genótipos, regiões e épocas de semeadura(ES), utilizando-se a temperatura do ar como única variável.

O milho necessita de no mínimo 350 a 500 mm de água por ciclo, sendo o ideal em torno de 500 a 800 mm. Bergamaschi et al. (2006), enfatizam a necessidade hídrica do milho variando de 200 a 400mm, mas estes valores variam com os diferentes ambientes e épocas de semeadura.

Neste estudo, avaliaram-se 22 híbridos de MI em relação a GD, eficiência de uso da água e a produtividade de grãos em situações edafoclimáticas contrastantes (duas ES; solos Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico), sob irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Cidade de Teresina, PI – Ambiente dos experimentos

Teresina geograficamente situa-se a uma latitude de 5°05' de latitude sul e longitude de 42°48' oeste em uma altitude de 74,4 metros (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2016).

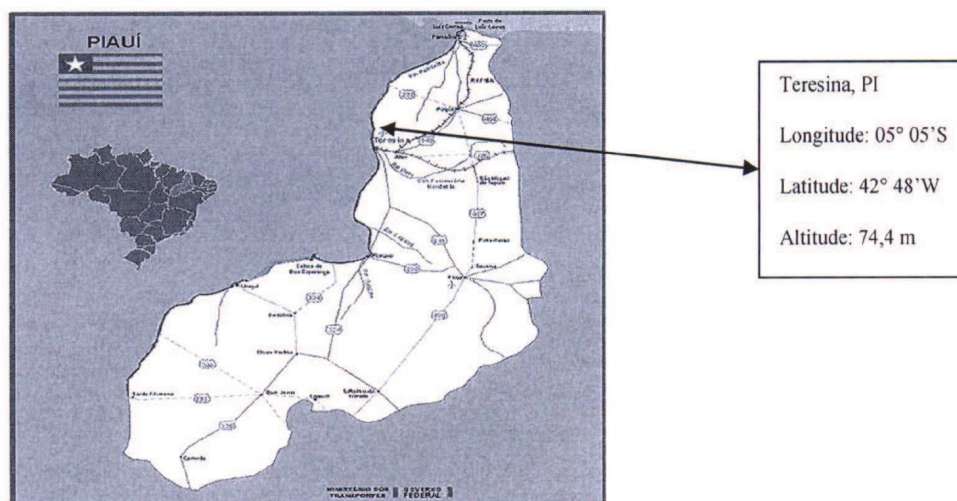


Figura 1. Mapa do estado do Piauí com informações em destaque para o município de Teresina (capital do Piauí).

Fonte: <http://www.ambientebrasil.com.br/images>. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teresina>

Teresina possui clima tropical semiúmido com duas estações características: o período das chuvas (que ocorrem no verão e outono) e o período seco (que ocorrem no inverno e primavera). De janeiro a maio, devido às chuvas, o clima é "frio-temperatura do ar mais amena e úmido", para os padrões nordestinos (quando há possibilidade de ocorrer neblina nas manhãs); de junho a agosto o clima começa a ficar mais seco com noites relativamente frias; de setembro a dezembro o clima se torna mais quente e abafado, podendo começar a ocorrer algumas pancadas de chuva a partir de novembro. A precipitação pluviométrica anual situa-se em torno de 1.500 mm.

Quente na maior parte do ano, Teresina possui uma temperatura média em torno dos 27 °C, tendo mínimas de 20 °C e máximas de 35 °C a 39 °C. Estas oscilações são amenizadas pela contribuição dos ventos que tornam o clima mais agradável. A qualidade do ar de Teresina é considerada boa, exceto no período mais seco, quando a umidade relativa do ar cai, e há ocorrências de queimadas (MENEZES; MEDEIROS; SANTOS, 2016).

Informações sobre os experimentos

Dois experimentos, um com semeadura em abril e outro em julho do ano de 2016 foram conduzidos no município de Teresina, PI, em solos Argissolo Vermelho-Amarelo (semeadura em abril) presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa (<50%) (Figura 1) e Neossolo Flúvico, distrófico (semeadura em julho), apresentando argila de atividade baixa e saturação por bases alta ($V \geq 50\%$) (Figura 2).

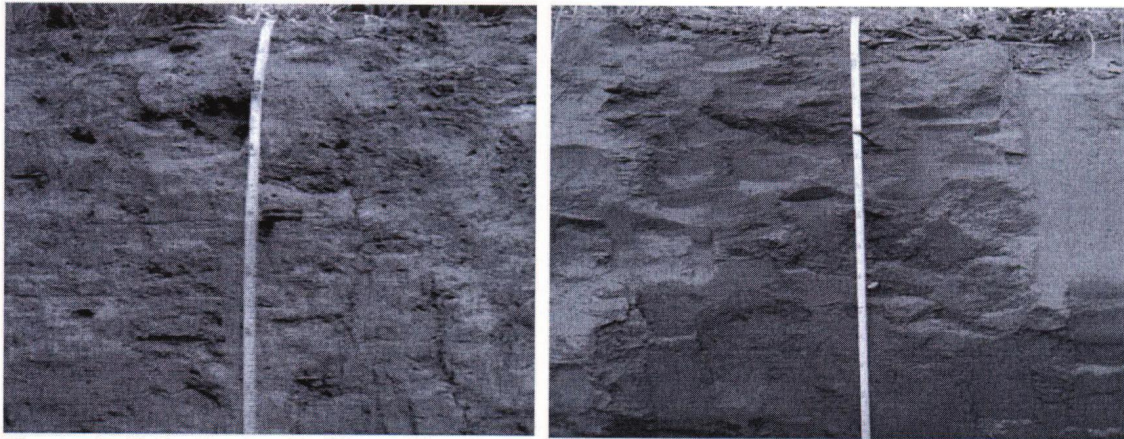


Figura 2. Solo Argissolo Vermelho-Amarelo (esquerda) e Neossolo Flúvico (direita) da área experimental dos ensaios. Teresina, Piauí. 2016. Fonte: Melo, Andrade Júnior e Pessoa (2014).

A irrigação dos ensaios foi 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). O monitoramento do teor de água no solo até 0,70 m de profundidade foi feito por meio do Diviner 2000 (Figura 3). As lâminas aplicadas em um ciclo de 100 dias, em ambos os experimentos foram de 420 mm (sendo 210 mm procedente de “chuva”) e 470 mm com um consumo médio diário de 4,2 mm e 4,7 mm, respectivamente, nas semeaduras de abril e setembro.

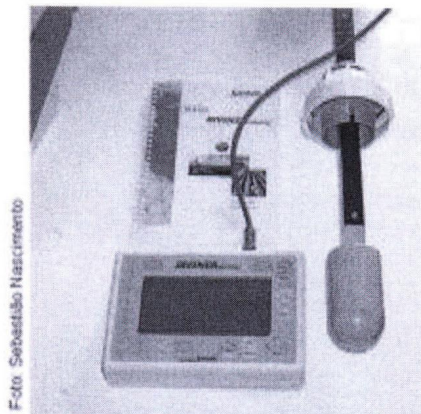


Figura 3. Equipamento DIVINER 2000 – Sentek utilizado no monitoramento do teor de água no solo, mede a umidade do solo a cada 10 cm.

Os resultados das análises de fertilidade do solo (camada de 0 - 20 cm de profundidade), realizadas pelo Laboratório de Fertilidade de Solos da Embrapa Meio-Norte estão na Tabela 1. As adubações foram feitas de acordo com a análise do solo e da exigência da cultura por ocasião da semeadura de 250 kg de sulfato de amônio ha⁻¹, 178 kg de superfosfato triplo ha⁻¹ e 117 kg de cloreto de potássio ha⁻¹ e em cobertura 500 kg de sulfato de amônio ha⁻¹ por ocasião da sexta folha completamente emergida (Figura 4).

Tabela 1. Resultados dos indicadores químicos dos solos onde foram conduzidos os experimentos de milho. Teresina, Piauí.

Solo	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Ca ²⁺ mmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ mmol _c dm ⁻³	Al ³⁺ mmol _c dm ⁻³	M.O g kg ⁻¹
------	------------------------	--------------------------	---------------------------------------	--	--	--	---------------------------

AVA	5,3	12,4	44,8	10,5	3,6	0,0	10,7
NF	6,3	20,5	118,2	23,8	8,9	0,0	29,6

Fonte: Embrapa Meio-Norte. AVA: solo Argissolo Vermelho Amarelo; NF: solo Neossolo Flúvico



Figura 4. Planta de milho no estágio V6 – Seis folhas completamente desenvolvidas. (RITCHIE et al., 1993).

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições e 22 tratamentos – híbridos simples e triplos de milho geneticamente modificados (HGM), Tabela 2. 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. Como área útil foram utilizadas as duas fileiras centrais (7,0 m²). Foram anotados dados de número de dias e dados médios climáticos da temperatura do ar, umidade do ar e radiação solar, de uma estação agrometeorológica localizada a 400 m da área experimental, entre os períodos da semeadura ao pendoamento, pendoamento ao espigamento e espigamento a maturidade fisiológica (método da camada preta dos grãos). O momento das fases do pendoamento, espigamento e maturidade fisiológica foi definida de acordo com a Figura 5. Foi calculado a exigência térmica para o período da emergência de plântulas ao pendoamento pelo método de graus-dia acumulado (WAGNER et al., 2011; MALDENNER et al., 2014; SANTOS et al., 2014).

As características avaliadas foram: rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹) com 14 % de umidade; eficiência de uso da água (EUA), calculada pela relação do rendimento de grãos e a lâmina de água aplicada em cada ensaio em kg m⁻³, número de espiga por área (NEM2), obtido pela divisão do número de espiga da área útil pela área útil e peso de grãos por espiga (PE), sendo este último obtido pela divisão do peso de espiga sem palha pelo número de espiga da área útil.

Os dados 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 de 5% (ZIMMERMAN, 2014).

Tabela 2. Características de 22 híbridos transgênicos de milho comercial. Teresina, PI, (Meio-Norte do Brasil). Safra 2015/2016.

Híbrido	Tipo	Ciclo	Textura	Cor	Empresa
30 A 37 PW	HS	SP	SMD	AM/AL	1
DKB 395 PRO	HS	P	SMD	AM/AL	4
30 A 91 PW	HSm	P	SMD	AM/AL	1
MG 580 PW	HS	P	SMD	AM /AL	1
2 B 688 PW	HT	P	SMD	AL	1
DKB 390 PRO 2	HS	P	SMD	AM/AL	4

2 B 597 PW	HS	P	SD	AM/AL	2
30 A 95 PW	HT	P	SMD	AL	1
20 A 78 PW	HT	SP	SD	AM/AL	1
2 A 401 PW	HS	SP	SMD	AM/AL	2
CD 3612 PW	HT	P	SD	AM/AL	3
2 B 810 PW	HS	N	SMD	AL	2
2 B 633 PW	HT	P	SMD	AM/AL	2
MG 699 PW	HT	P	SMD	AL	1
2 B 710 PW	HS	P	SMD	AM/AL	2
2 B 610 PW	HS	P	SD	AM/AL	2
MG 652 PW	HSm	P	SMD	AM/AL	1
CD 384 PW	HT	P	SMD	AL	3
2 B 433 PW	HT	SP	SD	AM/AL	2
CD 3715 PRO	HS	P	SMD	AM/AL	3
2 B 512 PW	HT	P	SMD	AL	2
2 B 604 PW	HSm	P	SMD	AL	2

HS: híbrido simples; HSm: híbrido simples modificado; HT: híbrido triplo; SP: semiprecoce; P: precoce; N: normal; SD: semiduro SMD: semidentado; AM: amarelado; AL; alaranjado; 1: Morgan Sementes; 2: Dow Agrociências Sementes e biotecnologia, 3: Cootec, 4: Nidera Sementes LTDA.

Fonte: **Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças – APPS**
 <<http://www.apps.agr.br/site/Conteudo/1>> Acesso em: 18/11/2016.



Figura 5. Planta de milho no estágio VT – Pendoamento (figura a esquerda). A inflorescência masculina (pendão) emerge da bainha da folha-bandeira. Ela contém as flores masculinas, que produzirão o pólen necessário à fecundação dos óvulos, localizados na inflorescência feminina (espiga) (RITCHIE et al., 1993). Estádio R1 – Espigamento (figura centro). Estigmas recebem pólen por até 10 dias. Após, inicia-se um colapso de tecidos que impede o crescimento do tubo polínico (NIELSEN, 2007; RITCHIE et al., 1993). Estádio R6 (figura a direita) – Maturação fisiológica. Grãos atingem o máximo peso de matéria seca. Forma-se uma camada escura na base, por descoloração das células placentárias (NIELSEN, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou efeitos significativos dos tratamentos (híbridos) para os caracteres altura de espiga, índice de espiga, produção de grãos por planta, produtividade de grãos e eficiência de uso da água (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância da altura da planta (AP); Altura da espiga (AE), produtividade de grãos por hectare (PGHA), massa de cem grãos (MCG), índice de espiga (IE), produção de grãos por planta (PGP) e eficiência de uso da água (EUA) de híbridos transgênicos de milho comercial. Teresina, PI, 2016.

Quadrados Médios								
FV	L	AP	AE	PGHA	MCG	IE	PGP	EUA
E	1	4920,04**	344,05*	55600711,38**	2,2273 ^{ns}	0,1131**	10067,68**	0,6156**
B (E)	2	2343,94*	981,48*	619403,47 ^{ns}	9,4616*	0,0025 ^{ns}	100,34 ^{ns}	0,0319 ^{ns}
T (T)	21	436,74**	572,23**	19655844,46**	4,6126*	0,0021*	357,37**	0,0950**
E*T	21	240,02 ^{ns}	227,64**	1815637,09**	2,2511 ^{ns}	0,0020*	395,65**	0,0874**
Média		197,00	108,80	7544,42	25,86	1,00	119,83	1,69
CV%		6,74	6,14	8,54	5,22	3,28	6,30	8,43
Teste F		ns	*	**	ns	*	**	**

** (p<0,01) e * (P<0,05), respectivamente, significativo ao nível de 1% e 5% pelo teste F. E época; B Blocos; Tratamentos (híbridos).

Para a interação híbrido x época de semeadura foi verificado efeito nos caracteres altura de espiga, índice de espiga, produção de grãos por plantas, produtividade de grãos e eficiência de uso da água o que mostra o comportamento diferenciado dos híbridos frente as épocas de semeadura. Maiores produtividades de grãos e eficiência de uso da água foram observadas na semeadura de julho/2016 sob solo Neossolo Flúvico onde a média do ensaio foi de 8.339,30 kg ha⁻¹ e 1,77 kg m⁻³, 19,06 % e de 9,04 % superior quando a semeadura ocorreu no mês de abril/2016 sob solo Argissolo Vermelho Amarelo. Na semeadura de julho, treze híbridos produziram acima da média do ensaio (8.339,30 kg ha⁻¹) e utilizaram melhor a água na produção de grãos com destaque para os híbridos 30 A 37 PW, DKB 395 PRO, CD 3612 PW e MG 652 PW com produtividade de grãos acima de 9.000 kg ha⁻¹ (Tabelas 4 e 5). Segundo alguns autores, existe germoplasma com genes relacionados a uma melhor utilização da água (ESLICK; HOCKETT, 1974; FERGUSON, 1974). A utilização de híbridos de melhor adaptação, seja em regime de sequeiro ou irrigado, e detentores de atributos agrônomicos superiores deve ser aconselhado para os diferentes sistemas de produção vigentes na região, principalmente, para os sistemas mais tecnificados.

Tabela 4. Características agrônomicas de 22 híbridos de milho transgênico semeado no mês de abril no município de Teresina, PI. Ano 2016.

H	T	PG	PGP	IE	AP	AE	MCG	EUA	GD	CD
30 A 37 PW	HS	8047 a	130 a	1,07	192 b	98 c	27	1,92 a	835	46
DKB 395 PRO	HS	7242 a	118 b	1,08	205 a	80 c	26	1,72 a	810	44
30 A 91 PW	HSm	6625 b	105 c	1,09	193 b	115 b	25	1,58 b	821	45
MG 580 PW	HS	7277 a	118 b	1,04	185 b	93 c	26	1,73 a	835	46
2 B 688 PW	HT	7859 a	126 a	1,03	198 b	98 c	25	1,87 a	810	44
DKB 390 PRO2	HS	5961 b	101 c	1,00	215 a	120 b	26	1,42 b	860	47
2 B 597 PW	HS	7492 a	125 a	1,06	190 b	108 c	26	1,78 a	821	45
30 A 95 PW	HT	6984 a	110 b	1,05	210 a	113 c	26	1,66 a	821	45
20 A 78 PW	HT	7031 a	114 b	1,04	203 b	115 b	26	1,67 a	810	44
2 A 401 PW	HS	7712 a	115 b	1,04	203 b	105 c	27	1,83 a	810	44
CD 3612 PW	HT	5834 b	95 d	1,01	208 a	105 c	28	1,39 b	860	47
2 B 810 PW	HS	7011 a	115 b	1,01	203 b	100 c	26	1,67 a	860	47
2 B 633 PW	HT	6150 b	103 c	1,00	195 b	119 b	26	1,46 b	860	47
MG 699 PW	HT	6777 a	111 b	1,07	220 a	125 b	25	1,61 a	835	46
2 B 710 PW	HS	5550 b	91 d	1,05	200 b	103 c	26	1,32 b	860	47
2 B 610 PW	HS	7097 a	112 b	1,01	216 a	115 c	25	1,69 a	860	47
MG 652 PW	HSm	6388 b	106 c	1,03	198 b	111 b	28	1,52 b	860	47
CD 384 PW	HT	6501 b	107 c	1,07	225 a	110 b	26	1,55 b	860	47
2 B 433 PW	HT	6074 b	96 d	0,99	198 b	103 c	25	1,45 b	821	45
CD 3715 PRO	HS	6207 b	104 c	1,07	210 a	164 a	26	1,48 b	860	47
2 B 512 PW	HT	5800 b	92 d	0,95	218 a	113 c	26	1,38 b	821	5
2 B 604 PW	HSm	6873 a	107 c	1,03	218 a	129 b	25	1,64 a	860	47
Média		6749,55	109,13	1,04	204,48	110,77	25,71	1,61	839	44
CV		7,623	5,74	2,98	4,64	3,77	4,35	7,62		
Teste F		**	**	ns	**	**	ns	**		

**e* numa mesma coluna médias seguidas pela mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott a 1% e 5%; ns: não significativo; H: híbridos; T: tipo de híbrido; PG: produtividade de grãos; PGP: produção de

grãos por plantas; IE: índice de espiga; AP: altura da plantas; AE: altura da espiga; MCG: massa de cem grãos; EUA: eficiência de uso da água; GD: graus dias; CD: calendário diário.

Tabela 5. Características agrônômicas de 22 híbridos de milho transgênico semeado no mês de julho no município de Teresina, PI. Ano 2016.

H	T	PG	PGP	IE	AP	AE	MCG	EUA	GD
30 A 37 PW	HS	9267 a	139 a	1,03	188	105 b	29	1,97 a	921
DKB 395 PRO	HS	9445 a	142 a	0,98	173	85 b	27	2,01 a	859
30 A 91 PW	HSm	7937 b	127 a	0,97	195	115 a	23	1,69 a	879
MG 580 PW	HS	8755 a	131 a	0,94	183	110 b	25	1,86 a	859
2 B 688 PW	HT	6644 b	101 c	0,91	198	105 b	25	1,41 b	859
DKB 390 PRO2	HS	7324 b	120 b	0,97	199	105 b	29	1,56 b	921
2 B 597 PW	HS	8892 a	144 a	0,96	202	107 b	24	1,89 a	859
30 A 95 PW	HT	8197 a	126 a	0,94	180	110 b	26	1,74 a	859
20 A 78 PW	HT	6517 b	103 c	0,98	190	125 a	26	1,39 b	921
2 A 401 PW	HS	7530 b	117 b	0,95	168	98 b	29	1,60 b	879
CD 3612 PW	HT	10983 a	164 a	1,03	208	118 a	26	2,33 a	921
2 B 810 PW	HS	9856 a	148 a	0,95	173	95 b	27	2,10 a	879
2 B 633 PW	HT	7219 b	119 b	0,93	197	103 b	26	1,54 b	997
MG 699 PW	HT	8661 a	135 a	0,97	192	105 b	26	1,84 a	997
2 B 710 PW	HS	6126 b	99 c	1,00	189	103 b	26	1,30 b	997
2 B 610 PW	HS	8159 a	131 a	0,93	210	128 a	24	1,73 a	921
MG 652 PW	HSm	9724 a	146 a	0,96	180	103 b	26	2,07 a	921
CD 384 PW	HT	8468 a	127 a	0,94	193	100 b	27	1,80 a	921
2 B 433 PW	HT	8719 a	140 a	0,97	150	80 b	24	1,86 a	879
CD 3715 PRO	HS	7545 b	131 a	0,94	203	113 a	27	1,61 a	921
2 B 512 PW	HT	8551 a	138 a	0,99	193	115 a	27	1,82 a	997
2 B 604 PW	HSm	8947 a	143 a	0,97	211	125 a	27	1,90 a	921
Média		8339,30	130,52	0,96	189,52	106,82	26,0	1,77	912
CV		9,02	6,62	3,59	8,55	7,94	5,95	9,02	-
Teste F		**	**	ns	ns	*	*	**	

**e* numa mesma coluna médias seguidas pela mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott a 1% e 5%; ns: não significativo; H: híbridos; T: tipo de híbrido; PG: produtividade de grãos; PGP: produção de grãos por plantas; IE: índice de espiga; AP: altura da plantas; AE: altura da espiga; MCG: massa de cem grãos; EUA: eficiência de uso da água; GD: graus dias; CD: calendário diário.

Na semeadura de abril/2016 dez híbridos produziram acima da média do ensaio (6.749,55 kg ha⁻¹) com destaque para o híbrido 30 A 37 PW com produtividade de grãos superior a 8.000 kg ha⁻¹. O caractere produção de grãos por plantas foi o principal responsável pelas diferenças obtidas nas épocas de semeadura de abril e julho/2016 com valores médios de 106,82 g e 110,77 g, respectivamente, como também foi o mais correlacionado com a produtividade de grãos com valor de 0,88; (P<0,01 teste t), Tabela 6.

Tabela 6. Correlação de Pearson para produtividade de grãos por hectares (PGHA), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), massa de cem grãos (MCG), índice de espiga (IE) e produção de grãos por planta (PGP) de híbridos de milho em ambientes contrastante. Teresina, PI. Ano 2016.

Componente de rendimento	PGHA
AP	-0,1036
AE	-0,1801
MCG	0,1303
IE	0,3302*
PGP	0,8780**

** e *, respectivamente, significativo ao nível de 1% e 5% pelo teste t.

O número de dias, temperatura máxima do ar e radiação solar no período da emergência de plântulas ao pendoamento foi de 44 dias; 33,6 °C e 14,9 MJ m² (época de semeadura de abril) e de 50; 36,2 °C e 16,1 MJ m² (época de semeadura de julho). O maior número de dias para atingir a fase do pendoamento bem como as maiores

radiações solares ocorridas na segunda época, principalmente na fase de enchimento de espiga, podem ter contribuído para as maiores produtividade de grãos e a uma maior eficiência de uso da água em relação a primeira época, resultados estes reforçados por relatos feito por Bergamaschi e Matzenauer (2014). Também são reforçados pelos graus-dias, onde o acúmulo foi maior na segunda época (Tabela 7). Nesse sentido, os graus-dias acumulados em média na primeira época foram de 839 e na segunda época de 937 mostrando que os genótipos na segunda época acumularam mais calor. Resultados com a mesma tendência foram observados por Gadioli et al. (2000), Brunini et al. (2006), Streck et al. (2008), Maldaner et al. (2014) e Cardoso et al. (2015).

Os graus-dia acumulados no período da emergência ao florescimento permite classificar as cultivares quanto ao ciclo. Nesse sentido considerando-se as duas épocas de semeadura os híbridos enquadram-se como de ciclo precoce (Tabela 2) (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2005)

Tabela 7. Valores médios das temperaturas do ar máximas e mínimas, da produtividade de grãos, da eficiência de uso da água e do calendário diário relativo ao ensaio com 22 híbridos de milho. Teresina, PI. Ano 2016

Plantio	G a P			P a E			E a M			PG	EUA	CD	GD
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Abril	33,6	24,0	14,9	32,8	23,7	12,8	34,7	21,6	14,9	6,61	1,61	44	839
Julho	36,2	20,7	16,1	37,2	21,1	17,6	38,3	23,7	17,9	8,34	1,77	50	912

G: emergência ; P: pendoamento; E:espigamento; M: maturidade fisiológica; PG: produtividade de grãos ($Mg\ ha^{-1}$); EUA: eficiência de uso da água ($kg\ m^{-3}$); 1: temperatura máxima do ar ($^{\circ}C$); 2: temperatura mínima do ar ($^{\circ}C$); 3: radiação solar ($MJ\ m^{-2}$); CD: calendário diário (número de dias da emergência ao pendoamento). OBS: dados obtidos de uma estação agrometeorológica instalada a uns 300 metros da área experimental.

Um outro fator que certamente contribuiu para a expressão maior do potencial produtivo dos híbridos na segunda época foi o tipo de solo (Neossolo flúvico) o qual apresenta maior fertilidade em relação ao solo da primeira época (Argissolo Vermelho-Amarelo), Tabela 1.

CONCLUSÕES

Híbridos de milho semeados no mês de julho, em solo Neossolo flúvico, expressam melhor seu potencial produtivo, utilizam melhor a água e acumulam mais calor quando comparado a semeadura de abril em solo Argissolo Vermelho Amarelo, em Teresina, PI.

O componente de rendimento peso de grãos por planta é a causa principal das diferenças de produtividade de grãos das semeaduras de abril para julho, em Teresina, PI.

Os híbridos 30 A 37 PW, DKB 395 PRO e MG 652 PW apresentam tolerância a alta temperatura e utilizam melhor a água na produção de alimentos.

Os graus-dia acumulados no período da emergência ao florescimento classificam as cultivares avaliadas como de ciclo precoce.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. *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).

BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de. **Boletim agrometeorológico de 2015 para o município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 239).

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, G.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELLATO, L.P.C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. 1 CD-ROM.

BERGAMASCHI, H. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.2, p.243-249. 2006.

BERGAMASCHI, H.; MATZENUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.

BRUNINI, O. et al. Características macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **Infobios**, Campinas, vol. 1, 2006. Artigo em hipertexto disponível em <http://www.infobios.com/Artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm>. Acesso em: 20/1/2017.

CARDOSO, M.J. et al. Graus dias, produtividade de grãos e eficiência de uso da água em híbridos comerciais de milho em duas épocas de semeadura no centro-norte piauiense. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19, 2015, Lavras. **Anais...** Lavras: CBAGRO, 2015. p. 464-471.

CRUZ, J. C. de; PEREIRO FILHO, I. Cultivares de Milho safra 2005/2006. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>> Acesso em: 20/09/2016.

ESLICK, R.F.; HOCKETT, E.A. Genetic engineering as a key to water-use efficiency. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.14, p.13-23, 1974.

FERGUSON, H. Use variety isogenes in plant water-use efficiency studies. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, p.25-29, 1974.

GADIOLI, J.L. et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v.57, p.377-383, 2000.

HANASHIRO, R. K. et al. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.226-234, 2013

MALDANER, L. J. et al. Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 3, p. 13-23, 2014.

MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; PESÔA, B.L. de O. Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 47 p.

NIELSEN, R.L. Grain fill stages in corn. Corny News Network, West Lafayette, 2007. Disponível em: <http://www.kingcorn.org/news/timeless/GrainFill.html>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2014

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, J. L .G. Climatologia da pluviometria do município de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v.11, n.4, p135-141, 2016.

WAGNER, M. V. et al. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.135–149, 2011.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. Special Bulletin, Iowa, n. 48.1993. 25 p.

STRECK, N.A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, 449-455, 2008.

SANTOS, T. M. et al. Resposta de dois híbridos de milho à soma térmica. IN: INOVAGRI International Meeting, 2, 2014, Fortaleza. Artigos...Fortaleza, CE:ESALQ/UFCE/IFECT/UFBA/UFCG, 2014. Artigo em hipertexto disponível em <<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a284>> Acesso em: 20/1/2017.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2. ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p.