

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE MILHO SUBMETIDOS AO ESTRESSE HÍDRICO NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

AURÉLIO VAZ DE MELO<sup>1</sup>, VALDERE MARTINS DE SANTOS<sup>1</sup>,  
MARCO ANTONIO FERREIRA VARANDA<sup>1</sup>, DIONE PEREIRA CARDOSO<sup>1</sup>  
e MARILENE ALVES RAMOS DIAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins vazdemelo@uft.edu.br; valderemartins25@hotmail.com;  
marcofv@uft.edu.br; cardoso.dione@gmail.com; maridiasgpi@hotmail.com

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, n.2, p. 177-189, 2018*

**RESUMO** - A cultura do milho apresenta sensibilidade à variação climática, sendo o déficit hídrico uma das causas frequentes de redução de produção na cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance de genótipos de milho sob estresse hídrico, no sul do Estado do Tocantins. O experimento foi implantado no município de Gurupi - TO, utilizando 64 híbridos de milho. O delineamento experimental utilizado foi Látice 6x6, com três repetições. As características avaliadas foram altura da planta, floração masculina, floração feminina, altura de inserção da espiga e produtividade de grãos. Em ambiente sem estresse foram observadas maiores médias de altura da planta em comparação ao ambiente com estresse. No ambiente com estresse o genótipo 8 apresentou a maior média de altura de plantas (129 cm). Não houve diferença estatística entre os ambientes quanto ao número de dias para o florescimento masculino. A produtividade de grãos foi significativamente maior em ambiente sem estresse. O genótipo 59 apresentou a maior média de produtividade de grãos sob estresse (7.317,6 kg ha<sup>-1</sup>) e o genótipo 9 apresentou a maior média de produtividade de grãos em ambiente sem estresse (11.551,3 kg ha<sup>-1</sup>). Os resultados demonstraram que os cultivares de milho apresentam comportamento distinto quanto à tolerância ao estresse hídrico. Os genótipos que apresentaram as menores médias de produtividade no ambiente sem estresse foram 35 e 40. Os genótipos com maiores médias de produtividade no ambiente sem estresse foram 57, 7, 15 e 61.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, condições adversas, estiagem.

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF MAIZE GENOTYPES SUBJECTED TO WATER STRESS IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE

**ABSTRACT** - The maize crop is sensitive to climatic variability and water deficit is one of the frequent causes of yield decrease. The objective of this work was to evaluate the performance of maize genotypes under water stress in the southern Tocantins State. The experiment was carried out in the municipality of Gurupi - TO, using 64 maize hybrids. A 6x6 lattice design was used, with three replications. The evaluated characteristics were plant height, male flowering, female flowering, height of insertion of the ear and grain yield. For plant height it was observed that the stress-free environment provided higher PA means compared to the stress environment. In the environment with stress, the cultivar 8 presented the highest average plant height (129, cm). No statistical difference between environments was observed in the number of days for male flowering. Regarding grain yield, the stress-free environment provided significantly higher values of grain yield compared to the stress environment. The cultivar 59 presented the highest grain yield (7317.6 kg ha<sup>-1</sup>) under stress and cultivar 9 had the highest grain yield (11551.3 kg ha<sup>-1</sup>) in the environment without stress. The results showed that maize cultivars presented different behavior regarding tolerance to the water stress. The cultivars with the lowest productivities in the environment without stress were 35 and 40. The cultivars with the highest productivities in the environment without stress were 57, 7, 15 and 61.

**Keywords:** *Zea mays*, adverse conditions, drought.

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, faz parte da composição de produtos largamente utilizados na alimentação humana e animal e é matéria-prima para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas energéticas acumuladas nos grãos (Brito et al., 2013). No Brasil, o milho apresenta posição de destaque, sendo cultivado em cerca de 17,39 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5,52 t ha<sup>-1</sup> (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2017).

O milho pode ser cultivado ao longo de todo o ano, desde que em condições físicas e climáticas apropriadas ao seu desenvolvimento. A cultura apresenta alta variabilidade no rendimento como consequência da deficiência hídrica, causada pela instabilidade no regime de chuvas. Além disso, mesmo em anos em que o clima é favorável ao cultivo, a ocorrência de deficiência hídrica no período crítico, que vai da pré-floração ao início de enchimento de grãos, causa decréscimo no rendimento (Souza et al., 2015).

A baixa disponibilidade hídrica (seca) é um dos grandes problemas da agricultura mundial, o que faz com que a habilidade das plantas em resistir a esse tipo de estresse seja fundamental ao desenvolvimento do agronegócio em qualquer país (Shao et al., 2008; Rufino et al., 2012). Estudos sobre tolerância à seca na cultura do milho podem resultar em melhores resultados quanto ao crescimento e rendimento da cultura em regiões com limitação hídrica (Li et al., 2009).

Os danos decorrentes da baixa disponibilidade hídrica têm relação direta com a fase fenológica da cultura em que ocorre o déficit hídrico. Déficits hídricos durante o período vegetativo reduzem o crescimento da planta de milho devido a decréscimos de área foliar e biomassa da planta. Quando ocorre na fase de pré-floração ao início do enchimento de grãos,

considerado o período crítico da cultura, pode provocar redução de rendimento (Bergamaschi et al., 2004; Vieira Júnior et al., 2007).

Muitos dos cultivares selecionados em condições ótimas (sem estresses abióticos) não são adequados à utilização sob estresses abióticos devido à interação genótipos x ambientes (Souza, 2003; Cecarelli, 1996), e porque a cultura do milho apresenta sensibilidade à variação climática (Bergamaschi et al., 2004).

Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a performance de cultivares de milho sob estresse hídrico, no sul do Estado do Tocantins.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Pesquisa (EEP) da Fundação Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi, situada em 11°43'45"S e 49°04'07"W, com altitude média de 287 metros, no ano agrícola de 2011/2012 e em dois ambientes. No ambiente I (AMB<sup>1</sup>), que foi caracterizado como ambiente com estresse hídrico (seca), as plantas de milho foram submetidas a condições de estresses climáticos, principalmente déficit hídrico, nos estádios de florescimento e enchimento de grãos. O ambiente II (AMB<sup>2</sup>) foi caracterizado como ambiente sem estresse, e utilizou-se irrigação de complementação de modo a atender a demanda hídrica em cada estágio fenológico da cultura (Guerra et al., 2003), sendo utilizado o sistema de irrigação por aspersão convencional. Os aspersores utilizados apresentam dois bocais de 3,9 mm x 2,5 mm e vazão de 1,31m<sup>3</sup>/h sob pressão de serviço de 250 kPa, no espaçamento de 15m x 15m, que proporciona intensidade de aplicação de 5,82 mm.h<sup>-1</sup>.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico de textura

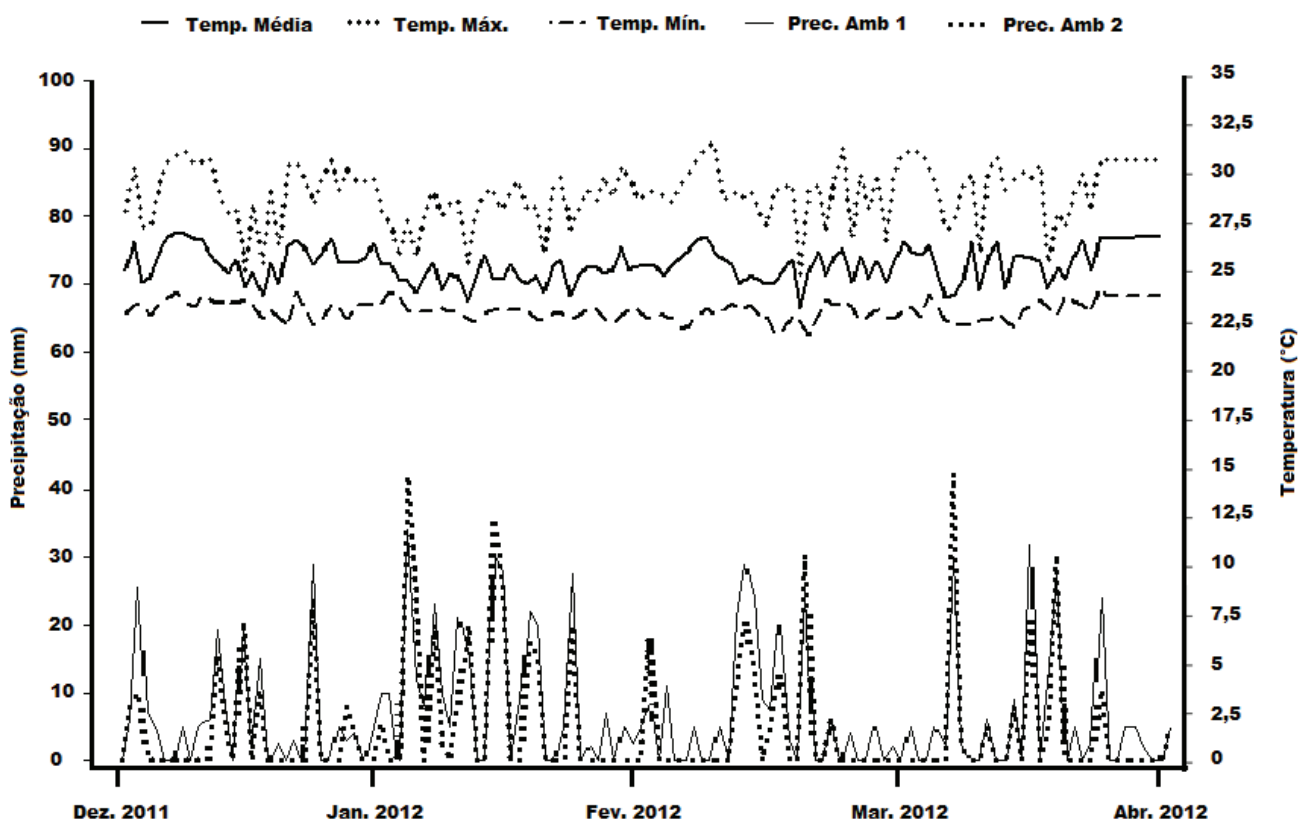
média. A análise química da camada superficial (0-20 cm) foi realizada no Laboratório de Solos, Campus de Gurupi. No laboratório, foram determinados pH em água (6,11), macronutrientes ( $P = 2,85 \text{ mg dm}^{-3}$ ,  $K^+ = 11,97 \text{ mg dm}^{-3}$ ,  $Ca^{2+} = 1,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $Mg^{2+} = 0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), parâmetros de fertilidade ( $Al^{3+} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $H^+ + Al^{3+} = 3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $SB = 1,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ,  $T = 5,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $V = 33,16\%$ ) e matéria orgânica ( $11,78 \text{ g dm}^{-3}$ ).

Os dados de precipitação pluvial e de temperaturas máxima e mínima no período do experimento foram obtidos no Laboratório de Irrigação e Drenagem do Campus de Gurupi - TO (Figura 1),

juntamente com os valores de irrigação suplementar realizado no (AMB<sup>2</sup>).

O delineamento experimental utilizado foi Látice 8 x 8, com três repetições. Na instalação do experimento foi utilizado o sistema de preparo de solo tipo convencional, com gradagem e nivelamento da área. Os sulcos foram espaçados em 0,9 m entre linha e as parcelas compostas de três linhas de quatro metros lineares, sendo considerada como área útil da parcela a linha central, excluindo-se as bordaduras.

Os genótipos avaliados foram os híbridos experimentais 001, 002, 003, 004, 005, 006, 007 e 008, utilizados como testemunhas, e as combinações hí-



**Figura 1.** Valores de temperatura e precipitação referentes ao período de dezembro de 2011 a março de 2012, obtidas no Laboratório de Irrigação e Drenagem, situado na Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi - TO.

bridadas; UFT 009, UFT 0010, UFT 0011, UFT 0012, UFT 0013, UFT 0014, UFT 0015, UFT 0016, UFT 0017, UFT 0018, UFT 0019, UFT 0020, UFT 0021, UFT 0022, UFT 0023, UFT 0024, UFT 0025, UFT 0026, UFT 0027, UFT 0028, UFT 0029, UFT 0030, UFT 0031, UFT 0032, UFT 0033, UFT 0034, UFT 0035, UFT 0036, UFT 0037, UFT 0038, UFT 0039, UFT 0040, UFT 0041, UFT 0042, UFT 0043, UFT 0044, UFT 0045, UFT 0046, UFT 0047, UFT 0048, UFT 0049, UFT 0050, UFT 0051, UFT 0052, UFT 0053, UFT 0054, UFT 0055, UFT 0056, UFT 0057, UFT 0058, UFT 0059, UFT 0060, UFT 0061, UFT 0062, UFT 0063 e UFT 0064.

O plantio das sementes foi realizado no dia 02 de dezembro de 2011, com estande final de 55 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . A adubação de plantio foi realizada manualmente nos sulcos com 400  $\text{kg ha}^{-1}$  de 5-25-15 de NPK + 0,5 % de Zn. A adubação de cobertura foi realizada aos 25 e 45 dias após o plantio, com 60  $\text{kg ha}^{-1}$  de N em cada aplicação, utilizando sulfato de amônio. Os tratos culturais, como o controle da competição de plantas daninhas, pragas, doenças e irrigação suplementar, foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (Fancelli & Dourado Neto, 2003).

As seguintes características foram avaliadas: altura da planta (AP) – sendo medida, em centímetros, após o florescimento masculino, do nível do solo à inserção da folha bandeira, em plantas competitivas na parcela; floração masculina (FM); floração feminina (FF); altura de inserção da espiga (AE) – sendo medida, em centímetros, após o florescimento masculino, do nível do solo até a inserção da espiga superior no colmo, nas mesmas plantas por parcela; e peso de grãos (PROD) – obtido por pesagem dos grãos debulhados, em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , corrigido para 13% de umidade.

Para cada uma dessas características foram realizadas análises de variância e, posteriormente, o teste de agrupamento Scott-Knott a 1% de probabilidade. Foram calculadas as correlações parciais (Cruz & Regazzi, 1997). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2006).

## Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou efeito significativo da interação cultivares x ambiente para quase todas as características, exceto florescimento masculino e feminino. Isso indica que na maioria das características os efeitos isolados dos fatores cultivares e ambientes não explicam totalmente a variação encontrada em cada característica (Tabela 1). Assim, realizaram-se os desdobramentos. Uma vez que as características florescimento feminino e masculino não apresentaram diferença significativa na interação, os efeitos dos fatores cultivares e ambientes foram estudados isoladamente. Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos em todas as características avaliadas. Infere-se, portanto, que existe variabilidade entre eles, sendo possível a realização de seleção. Na fonte de variação ambiente houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em todas as características avaliadas, ou seja, diferentes comportamentos dos genótipos foram observados nos ambientes com e sem estresse hídrico. Os coeficientes de variação indicaram média a alta precisão experimental em todas as características (Resende & Duarte, 2007).

Maiores médias de altura de planta (AP) foram observadas no ambiente sem estresse ( $\text{AMB}^2$ ) em comparação ao ambiente com estresse ( $\text{AMB}^1$ ), ou seja, a altura média das plantas de milho foi inferior em condições de deficiência hídrica, apresentando menor acúmulo de fotoassimilados (Tabela 2). No

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância (Var) conjunta das variáveis altura da planta (AP), floração masculina (FM), floração feminina (FF), altura das espigas (AE) e produtividade de 64 genótipos de milho avaliados com e sem estresse hídrico em Gurupi - TO, em 2012.

FV	GL	Quadrado Médio				
		AP	FM	FF	AE	PROD
<b>GENÓTIPOS</b>	63	756,4**	7,6**	8,6**	362,5**	2679918,2**
<b>AMBIENTE</b>	1	27630,8**	208,4**	180,6**	24400,4**	349686025,3**
<b>G x A</b>	63	269,0**	0,99 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	159,9**	2560091,3**
<b>Erro</b>	98	26,4**	1,4**	1,2**	19,87**	1214865,8**

\*\* significativo e <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. AP - altura de planta em cm; AE - Altura de espiga em cm; FM - florescimento masculino: número de dias entre a emergência de plântulas e a emissão de pendão com panículas/tecas abertas em 50 % das plantas; FF - florescimento feminino: número de dias entre a emergência de plântulas e a emissão de estilo-estigma em 50 % das plantas e PROD - produtividade de grãos, em kg.ha<sup>-1</sup>.

ambiente com estresse (AMB<sup>1</sup>), o genótipo 5 apresentou a maior média de AP (231,5 cm) diferindo dos demais genótipos. Os genótipos 24 e 63 mostraram as menores AP com valores de 152,7 e 139,5 cm, respectivamente. No ambiente sem estresse (AMB<sup>2</sup>), o genótipo 5 também apresentou a maior média de AP (249,0 cm), enquanto os genótipos 43 e 44 apresentaram as menores AP, 157,5 e 164,4 (cm), respectivamente. Comparando os genótipos nos dois ambientes observou-se que o estresse hídrico causou as maiores reduções em altura de planta (AP) nos genótipos 24 e 63 (27,97 e 26,96 %, respectivamente), em comparação ao ambiente sem estresse hídrico. Em contrapartida, os genótipos 1, 41, 43, 44, 45, 47, 48 e 60 apresentaram maiores valores de AP no ambiente com estresse hídrico (Tabela 2).

Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Efeoglu et al. (2009) que, ao avaliarem as respostas fisiológicas do milho em condições de seca, observaram que o crescimento das plantas de milho foi retardado em condições de estresse. Uma diminuição no potencial hídrico afeta mais a certos processos da planta do que outros,

e os primeiros a serem afetados por moderada deficiência de água são a divisão e a expansão celular, especialmente a expansão, que pode ser retardada ou interrompida. Desta forma, o crescimento das folhas e caules diminui bem antes do estresse hídrico tornar-se severo a ponto de causar o fechamento dos estômatos e diminuição na fotossíntese (Duarte, 2012).

Em relação à altura das espigas (AE), verificou-se diferença estatística entre os ambientes (Tabela 2). No ambiente com estresse (AMB<sup>1</sup>) o genótipo 8 apresentou a maior altura de espigas 129 (cm) e os genótipos 27 e 63 mostraram as menores AE, com valores de 66,4 e 69,1 (cm), respectivamente. No ambiente sem estresse (AMB<sup>2</sup>), os genótipos 8, 9 e 50 apresentaram as maiores médias de AE com valores de 137,0, 130,5 e 131,6 (cm) respectivamente. No ambiente sem estresse (AMB<sup>2</sup>) os genótipos 8, 9 e 50 apresentaram as maiores médias de AE, com valores de 137,0, 130,5 e 131,6 (cm), respectivamente.

Comparando-se os genótipos nos dois ambientes observou-se que o estresse hídrico (AMB<sup>1</sup>) causou as maiores reduções em AE nos genótipos 22 e 27, com reduções de 37,11 e 42,96 %, respectivamente,

**Tabela 2.** Médias de altura de planta (AP) e altura de espiga (AE) de 64 cultivares de milho avaliados com e sem estresse hídrico em Gurupi - TO, em 2012.

GEN	AP			AE		
	AMB <sup>1</sup>	AMB <sup>2</sup>	MG	AMB <sup>1</sup>	AMB <sup>2</sup>	MG
1	198,6A c	197,0A e	197,81 c	70,8A e	69,4A f	70,07 f
2	211,4B b	223,0A b	219,72 b	114,8A b	123,0A b	118,8 b
3	194,2B c	210,0A d	202,09 c	104,5B b	115,9A c	110,1 c
4	211,6B b	225,5A b	218,56 b	90,5A c	97,9A d	94,21 d
5	231,5B a	249,0A a	240,26 a	111,0B b	121,4A b	116,2 b
6	194,4B c	209,5A d	201,97 c	90,5B c	100,9A d	95,66 d
7	192,4B c	209,5A d	200,95 c	96,1B c	106,4A c	101,2 c
8	218,5B b	233,0A b	225,74 b	129,0A a	137,0A a	133,0 a
9	193,7A c	202,5A d	198,09 c	88,8B c	130,5A a	109,6 c
10	187,7B c	206,0A d	196,84 c	94,7A c	96,0A d	95,36 d
11	182,1B d	214,5A c	198,3 c	75,7B e	100,0A d	87,83 e
12	182,3B d	208,0A d	195,16 c	91,8B c	101,5A d	96,63 d
13	183,4B d	214,0A c	198,72 c	87,4B c	118,5A b	102,9 c
14	195,7B c	217,0A c	206,35 c	85,0B d	119,9A b	102,4 c
15	187,2B c	210,5A d	198,83 c	90,9B c	112,0A c	101,4 c
16	193,1B c	213,5A c	203,29 c	96,1B c	110,5A c	103,3 c
17	177,6A d	185,5A e	181,56 d	78,5B d	103,5A d	90,99 d
18	180,6B d	200,0A d	190,31 d	89,6A c	93,6A d	91,55 d
19	175,2B d	216,5A c	195,84 c	84,9B d	107,5A c	96,18 d
20	179,0B d	208,5A d	193,73 c	76,4B e	108,5A c	92,45 d
21	174,9B d	203,5A d	189,19 d	83,1B d	106,0A c	94,56 d
22	163,9B e	215,5A c	189,72 d	76,1B e	121,0A b	98,5 c
23	163,2B e	207,5A d	185,37 d	78,5B d	92,5A d	85,51 e
24	152,7B f	212,0A c	182,33 d	79,3B d	113,6A c	96,41 d
25	170,6A d	180,0A e	175,28 e	84,0B d	107,9A c	95,97 d
26	174,8B d	215,5A c	195,14 c	82,9B d	120,5A b	101,7 c
27	163,3B e	213,5A c	188,41 d	66,4B e	116,4A c	91,43 d
28	170,1B d	217,5A c	193,81 c	75,0B e	111,0A c	92,95 d
29	172,5B d	218,5A c	195,51 c	79,8B d	100,5A d	90,11 d
30	183,4B d	218,5A c	200,94 c	86,9B d	111,9A c	99,4 c
31	176,5B d	208,5A d	192,52 c	84,4B d	110,9A c	97,67 d
32	181,6B d	209,5A d	195,56 c	72,8B e	108,5A c	90,64 d
33	174,9B d	194,5A e	184,69 d	84,3B d	116,0A c	100,1 c
34	183,1B d	213,5A c	198,28 c	88,0B c	100,6A d	94,28 d
35	173,3B d	212,5A c	192,9 c	89,5B c	114,0A c	101,7 c
36	191,3B c	213,5A c	202,37 c	88,0B c	111,0A c	99,53 c
37	198,2B c	214,5A c	206,32 c	83,6B d	114,0A c	98,79 c
38	195,7B c	226,0A b	210,86 c	96,2B c	109,0A c	102,5 c
39	183,4B d	212,5A c	197,93 c	89,5B c	118,0A b	103,7 c
40	189,3B c	208,5A d	198,87 c	95,2B c	106,1A c	100,6 c
41	189,4A c	186,5A e	187,94 d	88,8B c	105,0A d	96,9 d
42	175,4B d	186,0A e	180,68 d	73,7B e	93,1A d	83,39 e
43	169,8A d	157,5B g	163,65 f	80,2B d	100,5A d	90,37 d
44	181,1A d	164,5B g	172,77 e	91,2A c	77,0B e	84,14 e
45	177,3A d	175,5A f	176,4 e	80,3B d	114,0A c	97,15 d
46	192,1A c	195,0A e	193,53 c	90,5B c	101,5A d	95,99 d
47	190,7A c	187,5A e	189,08 d	93,0B c	107,5A c	100,2 c
48	191,0A c	188,5A e	189,72 d	82,4B d	97,6A d	90,0 d
49	169,9B d	182,0A e	175,94 e	89,0A c	97,6A d	93,26 d
50	173,1B d	220,5A c	196,77 c	96,7B c	131,6A a	114,1 b
51	176,8B d	200,0A d	188,4 d	89,5A c	83,6A e	86,55 e
52	178,7B d	201,0A d	189,87 d	93,5A c	100,6A d	97,04 d
53	167,9A e	176,5A f	172,22 e	79,2B d	102,1A d	90,63 d
54	177,1B d	191,0A e	184,02 d	88,0B c	104,5A d	96,25 d
55	181,3A d	188,5A e	184,9 d	89,4B c	111,1A c	100,2 c
56	178,2A d	187,5A e	182,87 d	85,7B d	100,1A d	92,93 d
57	173,0A d	181,0A e	176,98 e	86,5B d	102,0A d	94,24 d
58	169,8B d	184,5A e	177,14 e	80,7A d	77,5A e	79,13 e
59	161,5B e	191,5A e	176,51 e	77,4A e	83,0A e	80,18 e
60	177,3A d	176,5A f	176,88 e	81,9B d	101,0A d	91,45 d
61	166,2B e	187,5A e	176,86 e	83,4B d	108,5A c	95,96 d
62	174,0B d	191,0A e	182,49 d	83,7B d	98,4A d	91,08 d
63	139,5B g	191,0A e	165,27 f	69,1B e	103,0A d	86,02 e
64	177,1A d	180,5A e	178,81 e	77,0B e	107,0A c	91,99 d
MA	181,5 A	202,3 A		86,6 A	106,1 B	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal representam grupo estatisticamente homogêneo pelo teste Skott & Knott a 5% de probabilidade. GEN - genótipos; AMB<sup>1</sup> - ambiente I: com estresse hídrico (seca); AMB<sup>2</sup> - ambiente II: sem estresse hídrico; MG - Médias dos genótipos independentemente do ambiente e MA - Médias dos ambientes independentemente dos cultivares.



em comparação com o ambiente sem estresse. Os genótipos 1, 44, 51 e 58 apresentaram valores superiores de AE no ambiente com estresse do que no ambiente sem estresse (Tabela 2).

Segundo Kramer (1974), em condições de estresse hídrico as plantas fecham os seus estômatos, reduzindo as suas atividades fotossintéticas, resultando em uma redução ou até completa paralisação do crescimento. Tal situação foi observada em alguns dos genótipos no presente trabalho.

Com relação a número de dias para o florescimento masculino (FM), verificou-se que não houve diferença estatística entre os ambientes (Tabela 3). No ambiente com estresse (AMB<sup>1</sup>) os valores médios variaram de 58,1 a 64,8 dias. Os genótipos 63 e 43 apresentaram os maiores números de dias para o florescimento masculino 64,8 dias. O genótipo 2 foi mais precoce, florescendo aos 58,1 dias, não diferindo dos outros vinte e um genótipos com valores médios de FM semelhantes. No ambiente sem estresse (AMB<sup>2</sup>), os valores médios variaram de 56,9 a 63,4 dias. O genótipo 18 foi mais precoce, com menor número de dias para o florescimento (56,9 dias), com valores semelhantes aos dos outros 25 genótipos. O genótipo 63 apresentou maior número de dias para o florescimento (64,4), similarmente aos outros 39 genótipos.

Quanto ao número de dias para o florescimento feminino (FF), a média dos genótipos também não apresentou diferença estatística entre os ambientes (Tabela 3); 46 genótipos não diferiram entre os dois ambientes; 14 e 6 genótipos necessitaram maior número de dias para florescer nos ambientes 1 e 2, respectivamente.

O ambiente 1 apresentou maior número de grupos distintos de genótipos, quanto ao número de dias para o florescimento feminino, variando entre 58,1 e

65,4 dias. Por outro lado, o ambiente 2 apresentou valores entre 57,6 e 64,9 dias (Tabela 3).

Storck et al. (2009), ao analisarem o comportamento de diferentes híbridos de milho, em duas condições climáticas contrastantes, encontraram maior amplitude em relação ao número de dias para o florescimento feminino nos dois ambientes. No ambiente 1, sob condição de deficiência hídrica, valores entre 71,7 e 80,0 dias e no ambiente 2, sem deficiência hídrica, valores extremos, variando entre 68,3 e 88,7 dias. Segundo os mesmos autores isso comprova que em condições de deficiência hídrica comportamentos distintos são observados nos diferentes híbridos, ocorrendo uma ampliação quanto ao número de dias necessários para o florescimento feminino. Segundo Câmara et al. (2007), a seleção para menor FF e FM pode aumentar a tolerância ao estresse hídrico, pelo aumento da prolificidade e redução no intervalo entre florescimento masculino e feminino.

Quanto à produtividade (PROD), o ambiente II (AMB<sup>2</sup>) proporcionou valores significativamente maiores de PROD em comparação ao ambiente I (AMB<sup>1</sup>) (Tabela 4). No ambiente I (AMB<sup>1</sup>) o genótipo 59 obteve a maior média de produtividade de grãos (7317,6 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto que os genótipos 63 e 49 obtiveram as menores produtividades de grãos (2085,9 e 2775,4 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). No ambiente sem estresse (AMB<sup>2</sup>) o genótipo 9 apresentou a maior média de produtividade de grãos (11551,3 kg ha<sup>-1</sup>) e os genótipos 35 e 40 apresentaram as menores médias de produtividade de grãos (4846,7 e 4923,6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Comparação dos genótipos nos dois ambientes mostrou que o estresse hídrico causou as maiores reduções de PROD nos genótipos 9 e 63, com perdas de produtividade de 69,66 e 61,64 %, respectivamente, o que demonstra maior sensibilidade ao déficit hídrico.

**Tabela 3.** Médias de florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF) de 64 cultivares de milho avaliados com e sem estresse hídrico em Gurupi - TO, em 2012.

GEN	FM			FF		
	AMB <sup>1</sup>	AMB <sup>2</sup>	MG	AMB <sup>1</sup>	AMB <sup>2</sup>	MG
1	59,9A b	60,0A a	59,97 b	60,1A c	60,1A	60,11 c
2	58,1A b	58,0A b	58,07 b	58,1A d	58,1A	58,10 c
3	59,0A b	59,0A b	58,99 b	58,9A d	58,9A	58,89 c
4	58,2A b	58,4A b	58,27 b	58,1A d	58,2A	58,14 c
5	60,0A b	60,1A a	60,04 b	60,1A c	60,1A	60,13 c
6	60,2A b	60,4A a	60,29 b	60,1A c	60,3A	60,17 c
7	62,0A a	62,0A a	62,01 a	62,0A b	61,9A	61,91 b
8	62,2A a	62,6A a	62,40 a	62,1A b	62,4A	62,27 b
9	63,0A a	61,0A a	62,01 a	62,8A b	61,5A	62,16 b
10	62,8A a	60,0B a	61,36 a	62,8A b	59,6B	61,18 c
11	62,7A a	58,9B b	60,78 b	62,6A b	60,3B	61,44 b
12	60,8A b	59,3A b	60,06 b	60,8A c	60,6A	60,69 c
13	63,7A a	59,5B b	61,58 a	62,8A b	61,1A	61,93 b
14	62,8A a	60,9A a	61,83 a	62,7A b	61,2A	61,97 b
15	60,7A b	57,9B b	59,31 b	60,6A c	58,3B	59,46 c
16	61,4A b	58,0B b	59,69 b	61,8A b	59,9A	60,82 c
17	61,8A a	59,9A b	60,80 b	63,2A b	61,1A	62,14 b
18	59,0A b	56,9A b	57,91 b	60,2A c	57,6B	58,92 c
19	61,9A a	59,8A b	60,83 b	63,0A b	60,9A	61,92 b
20	62,0A a	60,2A a	61,11 a	62,2A b	60,2A	61,17 c
21	62,9A a	60,9A a	61,88 a	63,2A b	61,1A	62,17 b
22	63,0A a	61,2A a	62,13 a	65,1A a	63,3A	64,20 a
23	60,9A b	58,8A b	59,85 b	63,0A b	61,4A	62,19 b
24	63,1A a	61,4A a	62,24 a	64,2A a	63,4A	63,81 a
25	61,6A a	60,4A a	60,98 a	62,9A b	61,4A	62,16 b
26	62,8A a	60,9A a	61,83 a	63,9A a	62,5A	63,19 a
27	62,8A a	61,3A a	62,00 a	62,7A b	61,2A	61,94 b
28	62,9A a	61,2A a	62,03 a	63,9A a	62,0A	62,94 b
29	60,7A b	57,9B b	59,30 b	61,9A b	59,5B	60,69 c
30	61,9A a	59,7A b	60,80 b	61,8A b	59,6A	60,72 c
31	61,8A a	59,3B b	60,53 b	63,2A b	60,7B	61,96 b
32	60,9A b	58,9A b	59,91 b	62,9A b	60,8A	61,83 b
33	60,7A b	58,9A b	59,77 b	62,8A b	60,3B	61,56 b
34	62,9A a	60,4B a	61,62 a	61,8A b	59,4B	60,59 c
35	63,3A a	60,8B a	62,04 a	61,6A c	59,1B	60,34 c
36	60,9A b	58,7A b	59,82 b	60,8A c	58,4B	59,59 c
37	62,8A a	60,4B a	61,59 a	62,8A b	60,4B	61,59 b
38	61,9A a	58,3B b	60,09 b	61,7A b	58,0B	59,87 c
39	60,8A b	58,4B b	59,57 b	60,6A c	58,1B	59,36 c
40	62,0A a	58,5B b	60,2 b	62,8A b	59,2B	60,98 c
41	63,8A a	61,4B a	62,58 a	62,0A b	61,2A	61,59 b
42	64,5A a	62,4A a	63,43 a	64,5A a	62,3A	63,36 a
43	63,9A a	61,8A a	62,85 a	63,8A a	61,5B	62,62 b
44	64,5A a	62,7A a	63,63 a	65,4A a	63,3A	64,37 a
45	62,9A a	62,0A a	62,4 a	61,0A c	58,8A	59,86 c
46	63,0A a	61,3A a	62,15 a	61,9A b	60,9A	61,40 b
47	62,9A a	60,9A a	61,87 a	62,3A b	60,0B	61,13 c
48	62,1A a	60,5A a	61,26 a	62,0A b	60,0A	61,0 c
49	63,1A a	61,4A a	62,23 a	62,3A b	60,4A	61,32 b
50	62,3A a	60,4A a	61,34 a	63,3A b	61,4A	62,34 b
51	61,2A b	58,3B b	59,76 b	61,1A c	59,1A	60,10 c
52	62,4A a	60,7A a	61,53 a	62,2A b	60,5A	61,35 b
53	62,2A a	60,4A a	61,31 a	64,3A a	61,4B	62,84 b
54	59,9A b	58,2A b	59,06 b	61,2A c	59,6A	60,38 c
55	60,2A b	58,8A b	59,53 b	61,1A c	59,1A	60,12 c
56	62,9A a	62,4A a	62,67 a	64,3A a	63,7A	63,98 a
57	63,2A a	60,4B a	61,81 a	63,4A a	60,7B	62,04 b
58	63,4A a	60,4B a	61,92 a	63,9A a	60,7B	62,31 b
59	61,3A b	59,8A b	60,59 b	62,2A b	59,4B	60,82 c
60	62,5A a	61,2A a	61,86 a	63,4A a	62,3A	62,82 b
61	61,3A b	60,0A a	60,64 b	62,4A b	61,2A	61,81 b
62	64,5A a	63,3A a	63,89 a	64,3A a	64,4A	64,35 a
63	64,8A a	63,4A a	64,11 a	64,7A a	64,9A	64,83 a
64	62,5A a	61,5A a	62,00 a	62,4A b	61,5A	61,95 b
MA	62,0A	60,1A		62,3A	60,6A	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal representam grupo estatisticamente homogêneo pelo teste Skott & Knott a 5% de probabilidade. GEN - genótipos; AMB<sup>1</sup> - ambiente I: com estresse hídrico (seca); AMB<sup>2</sup> - ambiente II: sem estresse hídrico; MG – Médias dos genótipos independentemente do ambiente e MA – Médias dos ambientes independentemente dos cultivares.



**Tabela 4.** Médias de produtividade (PROD – kg ha<sup>-1</sup>) de 64 cultivares de milho avaliados com e sem estresse hídrico em Gurupi - TO, em 2012.

GEN	PROD		
	AMB <sup>1</sup>	AMB <sup>2</sup>	MG
1	5061,4 B a	7778,6 A a	6420,02 a
2	3662,8 B b	7747,0 A a	5704,92 b
3	3508,2 A b	5451,6 A b	4479,89 b
4	5425,5 A a	7596,4 A a	6510,92 a
5	5833,5 A a	7885,5 A a	6859,53 a
6	5776,2 A a	7867,6 A a	6821,90 a
7	6749,2 A a	8804,3 A a	7776,72 a
8	5900,2 B a	8329,7 A a	7114,98 a
9	3504,9 B b	11551,3 A a	7528,08 a
10	5485,4 A a	6101,1 A b	5793,23 a
11	4613,4 A b	6498,3 A b	5555,86 b
12	5524,1 A a	7115,7 A a	6319,89 a
13	3283,3 B b	7910,1 A a	5596,68 b
14	3791,4 B b	8868,9 A a	6330,17 a
15	6734,8 A a	5688,6 A b	6211,69 a
16	5039,6 B a	7535,5 A a	6287,54 a
17	5214,7 A a	7305,9 A a	6260,28 a
18	6008,0 A a	8077,6 A a	7042,78 a
19	4360,5 B b	7636,4 A a	5998,48 b
20	5035,3 A a	6414,3 A b	5724,81 b
21	5361,3 A a	6223,4 A b	5792,35 b
22	3573,4 B b	7068,4 A a	5320,87 b
23	6509,2 A a	7004,1 A a	6756,64 a
24	4362,1 B b	7265,2 A a	5813,62 b
25	5342,4 A a	7127,7 A a	6235,01 a
26	4455,0 B b	8824,9 A a	6639,96 a
27	4059,8 A b	6190,8 A b	5125,26 b
28	5648,7 A a	6918,2 A b	6283,47 a
29	3937,4 B b	7291,0 A a	5614,18 b
30	4362,7 A b	5836,4 A b	5099,57 b
31	5721,6 A a	7399,0 A a	6560,29 a
32	5974,8 A a	7373,4 A a	6674,07 a
33	3543,2 B b	6466,0 A b	5004,57 b
34	6622,7 A a	5274,8 A b	5948,77 b
35	4406,2 A b	4846,7 A b	4626,47 b
36	4350,0 B b	7075,1 A a	5712,50 b
37	3807,3 B b	7407,2 A a	5607,24 b
38	5075,4 B a	7724,0 A a	6399,68 a
39	4264,8 B b	7309,0 A a	5786,90 b
40	4219,4 A b	4923,6 A b	4571,46 b
41	4400,1 B b	8456,0 A a	6428,02 a
42	4544,2 B b	7534,2 A a	6039,23 b
43	4589,8 A b	6294,7 A b	5442,23 b
44	4570,3 B b	7446,6 A a	6008,45 b
45	5816,9 B a	8152,0 A a	6984,44 a
46	6297,0 A a	6106,4 A b	6201,66 a
47	4240,8 B b	7582,2 A a	5911,5 b
48	4489,9 B b	8741,5 A a	6615,71 a
49	2775,4 B b	6703,8 A b	4739,59 b
50	5448,7 A a	5969,9 A b	5709,32 b
51	5457,3 A a	5660,2 A b	5558,74 b
52	5019,5 A a	5760,7 A b	5390,07 b
53	4027,1 B b	9806,1 A a	6916,58 a
54	4944,3 A a	6714,7 A b	5829,48 b
55	4648,5 B b	7005,4 A a	5826,92 b
56	3966,5 A b	5890,2 A b	4928,33 b
57	3005,7 B b	7279,7 A a	5142,72 b
58	3649,6 A b	5608,5 A b	4629,07 b
59	7317,6 A a	8681,3 A a	7999,47 a
60	4852,0 A b	6025,3 A b	5438,62 b
61	6730,1 A a	6779,6 A b	6754,86 a
62	4286,9 B b	8444,7 A a	6365,80 a
63	2085,9 B b	5438,1 A b	3762,00 b
64	5421,9 B a	8499,8 A a	6960,88 a
MA	4823,4 B	7160,9 A	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal representam grupo estatisticamente homogêneo pelo teste Skott & Knott a 5% de probabilidade. GEN - genótipos; AMB<sup>1</sup> - ambiente I: com estresse hídrico (seca); AMB<sup>2</sup> - ambiente II: sem estresse hídrico; MG – Médias dos genótipos independentemente do ambiente e MA – Médias dos ambientes independentemente dos cultivares.

Em contrapartida, os genótipos 15, 34 e 46 apresentaram maiores médias de produtividades de grãos no ambiente com estresse 6734,8, 6622,7 e 6297,0 kg ha<sup>-1</sup>, contra 5688,6, 5274,8 e 6106,4 kg ha<sup>-1</sup> no ambiente sem estresse (Tabela 4).

Heinemann et al. (2009) caracterizaram as variações geográficas e temporais dos padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho e observaram que quando a semeadura ocorreu na safra normal a perda na produtividade decorrente do estresse por deficiência hídrica foi menor que 50%.

O contraste observado entre as médias de produtividade de grãos nos dois ambientes demonstra a importância da variabilidade na distribuição das precipitações no Tocantins. Principalmente em culturas de primavera-verão, onde a variabilidade pluviométrica pode ser responsável tanto por elevada produtividade de grãos, quando o balanço hídrico no solo no período crítico é positivo em anos adversos, quanto por reduções de safras em anos com potencial para alta produção, se o balanço hídrico for negativo no mesmo período (Bergamaschi et al., 2004).

Na Tabela 5 são apresentados os coeficientes de correlação parcial entre as características nos ambientes com e sem estresse hídrico. No AMB<sup>1</sup> o FF apresentou correlação negativa com PROD (-0,67) e AE (-0,52), onde, em plantas mais tardias, houve decréscimo nestas duas características. Comportamento

semelhante foi observado no AMB<sup>2</sup>, onde o FF apresentou correlação negativa com PROD (-0,20), AE (-0,41) e AP (-0,01).

Entre a segunda quinzena do mês de janeiro e a primeira quinzena do mês de fevereiro de 2012 houve um período de estiagem, com a diminuição drástica dos índices pluviométricos o que resultou em plantas com FF maiores no AMB<sup>1</sup>, que ficaram expostas às condições climáticas estressantes no estágio de florescimento e polinização. Esses estádios fenológicos são importantes e, segundo Edmeades et al. (2000), é quando o milho é muito sensível. O déficit hídrico, sendo um fator de estresse, pode causar ação inibitória na fase bioquímica da fotossíntese (Xu et al., 2008). Sabendo-se que a fotossíntese é responsável pelo fornecimento de energia ao metabolismo vegetal, os genótipos expostos a estresse hídrico não tiveram sua demanda energética completamente suprida, o que levou a perdas nos processos de polinização e fecundação de grãos.

No AMB<sup>2</sup>, o estresse hídrico não ocorreu devido à intervenção com irrigação suplementar. No entanto, observou-se aumento na temperatura do ar no período da estiagem intensa, tendo sido registrado aumento de 2,5 °C na temperatura média, com temperaturas máximas de 32 °C. Segundo Magalhães e Durães (2006), estresse ambiental na fase de florescimento causa baixa polinização e baixo enchimento

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação parcial entre as características dos híbridos de milho nos ambientes sem estresse hídrico (acima da diagonal) e com estresse hídrico (abaixo da diagonal).

CARACTERÍSTICAS	AP	FM	FF	AE	PROD
AP	-	0,35	-0,01	0,64	0,40
FM	0,09	-	0,52	0,24	0,20
FF	0,16	0,67	-	-0,41	-0,20
AE	-0,37	-0,40	-0,52	-	0,93
PROD	-0,29	-0,45	-0,67	0,89	-

AP – Altura de plantas, FM – Florescimento masculino, FF – Florescimento feminino, AE – Altura de espiga, PROD – Produtividade de grãos.

de grãos na espiga, pois sob altas temperaturas tanto os estilo-estigmas como os grãos de pólen tendem à dessecação. A viabilidade do grão de pólen que pode chegar a 24 horas em condições favoráveis, é reduzida quando submetido a baixa umidade e altas temperaturas (Alvim et al., 2012). Desta forma, plantas tardias, com maiores FF, tiveram maior exposição ao estresse climático em estágio de florescimento, o que pode explicar as correlações negativas observadas. Esses resultados corroboram os encontrados na literatura (Câmara et al., 2007; Reis et al., 2011), que indicam precocidade de plantas como um importante mecanismo de tolerância a seca em milho.

### Conclusões

Os genótipos de milho apresentaram comportamentos distintos quando à tolerância ao estresse hídrico.

Sob estresse, os genótipos que apresentaram maiores médias de produtividades de grãos foram 59, 7, 15 e 61, com produtividades de 7317,6; 6749,2; 6734,8 e 6730,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os genótipos com maiores médias de produtividade no ambiente sem estresse foram 57, 7, 15 e 61.

Foi observada correlação negativa para PROD e FF, indicando que essas características apresentam comportamento divergente.

### Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2016/17: décimo levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 4, n. 10, jul. 2017. 171 p.

ALVIM, P. D. O.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. D. R.; VEIGA, A. D.; OLIVEIRA, K. C. de; DINIZ, R. P. Meios de cultura para germinação de grãos de pólen de

milho. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 17, p. 206-211, 2012.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004. DOI: [10.1590/S0100-204X2004000900001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000900001).

BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO, G. D. de; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.

CÂMARA, T. M. M.; BENTO, D. A. V.; ALVES, G. F.; SANTOS, M. F.; MOREIRA, J. U. V.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 595-603, 2007. DOI: [10.1590/S0006-87052007000400009](https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400009).

CECARELLI, S. Adaptation to low/high input cultivation. **Euphytica**, Wageningen, v. 92, n. 1/2, p. 203-214, 1996.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390 p.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-6, jul./dez. 2012.

DURÃES, F. O. M.; SANTOS, M. X. dos; GAMA, E. E. G. e; MAGALHAES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, C. T. **Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 39).

- EDMEADES, G. O.; BOLANOS, J.; ELINGE, A.; RIBAUT, J. M.; BÄNZIGER, M.; WESTGATE, M. E. The role and regulation of the anthesis-silking interval in maize. In: WESTGATE, M. E.; BOOTE, K. J. (Ed.). **Physiology and modeling Kernel set in Maize**. Madison: CSSA, 2000. p. 43-73. (CSSA Special Publication, 29).
- EFOGLU, B.; EKMEKÇI, Y.; ÇIÇEK, N. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. **South African Journal of Botany**, Madagascar, v. 75, n. 1, p. 34-42, 2009. DOI: [10.1016/j.sajb.2008.06.005](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.06.005).
- FANCE, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. 208 p.
- GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100).
- HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. L. T.; GOMIDE, R. L.; AMORIM, A.; PAZ, R. L. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no Estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, 2009. DOI: [10.1590/S1413-70542009000400012](https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000400012).
- KRAMER, P. J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, Washington, v. 54, n. 4, p. 463-471, 1974. DOI: [10.1104/pp.54.4.463](https://doi.org/10.1104/pp.54.4.463).
- LI, Y.; SPERRY, 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, n. 2, p. 341-346, 2009. DOI: [10.1016/j.envexpbot.2009.02.001](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.02.001).
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).
- REIS, D. P.; SOARES, F. R.; OLIVEIRA, K. G.; MENDES, F. F.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; GOMES, P. H. F.; TAVARES, R. B. Correlações entre características de milho sob estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.
- RUFINO, C. A.; TAVARES, L. C.; VIEIRA, J. F.; DÖRR, C. S.; VILLELA, F. A.; BARROS, A. C. S. A. Desempenho de genótipos de milho submetidos ao déficit hídrico no estádio vegetativo. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 3, p. 217-225, 2012.
- SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008. DOI: [10.1016/j.crv.2008.01.002](https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.01.002).
- SOUSA, L. V. **Capacidade de combinação de cultivares de milho sobre estresses abióticos**. 2003. 37 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- SOUZA, L. C.; MELO, N. C.; SIQUEIRA, J. A. M.; SILVA, V. F. A.; OLIVEIRA NETO, C. F. Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 8, n. 29, p. 260-267, 2015.
- 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. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v8n1p27-39](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n1p27-39).
- VIEIRA JÚNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F.; PERES, L. E. P.; MARTIN, T. N.;

- MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 555-561, 2007.
- XU, Z. Z.; ZHOU, G. S.; WANG, Y. L.; HAN, G. X.; LI, Y. J. Changes in chlorophyll fluorescence in maize plants with imposed rapid dehydration at different leaf ages. **Journal of Plant Growth Regulation**, Berlin, v. 27, n. 1, p. 83-92, 2008. DOI: [10.1007/s00344-007-9035-2](https://doi.org/10.1007/s00344-007-9035-2).