



CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS DE CULTIVARES DE MILHO DE PIPOCA SOB IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA

Ketelly Priscyla Marco Vieira¹, Patrícia Costa Silva², Lucas Vieira Branquinho¹, Adriana Rodolfo da Costa², Pedro Rogerio Giongo², Marcos Vinícius da Silva³

RESUMO: Avaliou-se o efeito de irrigação deficitária no desenvolvimento vegetativo de cultivares de milho de pipoca. O experimento foi conduzido em estufa, com delineamento em blocos casualizados usando um esquema fatorial 4x2, com três repetições, quatro níveis de irrigação: 25, 50, 75, 100% da evapotranspiração de cultura e duas cultivares (Popten e Poptop) totalizando 24 parcelas experimentais. Foram avaliadas plantas, diâmetro de colmo, número de folhas aos 25, 45 e 60 dias após o plantio. Os dados para o fator níveis de irrigação foram submetidos à análise de regressão e para o comparativo níveis de irrigação deficitária empregou-se o teste de Tukey. Verificou-se que todos os parâmetros apresentaram variação significativa para as épocas avaliadas cujos maiores valores ocorreram aos 60 dias, A melhor cultivar que se adaptou às condições de solo e clima da região foi o Pop Top. Percebe-se que a cultura independente das cultivares se adequou a irrigação deficitária.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* (L.), gotejamento, déficit hídrico.

VEGETATIVE CHARACTERISTICS OF POPCORN CORN CULTIVARS UNDER DEFICIT IRRIGATION

ABSTRACT: The effect of deficit irrigation on the vegetative development of popcorn cultivars was evaluated. The experiment was conducted in a greenhouse, with a randomized block design using a 4x2 factorial scheme, with three replications, four irrigation levels: 25, 50, 75, 100% of crop evapotranspiration and two cultivars (Popten and Poptop) totaling 24 plots. experimental. Plants, stem diameter, number of leaves were evaluated at 25, 45 and 60 days

¹ Eng. Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO, Brasil. Email: ketellypr@gmail.com; lucas.branquinho@hotmail.com

² Doutora em Agronomia- Irrigação e Drenagem, docentes da Universidade Estadual de Goiás, Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade, Santa Helena de Goiás, GO, Brasil. Email: patricia.costa@ueg.br; adriana.costa@ueg.br; pedro.giongo@ueg.br

³ Doutor em Engenharia Agrícola, -UFRPE. Recife, PE, Brasil. Email: marcolino_114@hotmail.com

after planting. The data for the irrigation levels factor were submitted to regression analysis and for the comparative deficit irrigation levels the Tukey test was used. It was found that all parameters showed significant variation for the evaluated times whose highest values occurred at 60 days. The best cultivar that adapted to the soil and climate conditions of the region was Pop Top. It is noticed that the independent culture of the cultivars adapted to deficit irrigation.

KEYWORDS: *Zea mays* (L.), dripping, water deficit.

INTRODUÇÃO

O milho pipoca pertence a espécie botânica *Zea mays* L., e possui como principal característica grãos que ao serem aquecidos podem estourar, gerando assim a sua maior diferenciação do milho comum. O consumo nacional desse produto está em torno de 80 mil toneladas por ano, sendo que 75%, desse mercado, é proveniente do milho importado, principalmente da Argentina (SAWAZAKI, 2001).

De acordo com Freitas Júnior et al. (2018), para atender ao consumo interno de milho pipoca, era necessário importar grãos, sobretudo dos Estados Unidos da América e da Argentina. Entretanto, mudanças no mercado têm ocorrido e, com o uso em larga escala de híbridos nacionais e norte-americanos, ocorreu grande redução na importação de grãos (PEREIRA et al., 2012).

Para que uma cultivar de milho pipoca, ou qualquer outra cultura seja inserida em um novo ambiente, é necessário que sejam feitos testes e estudos aprofundados para que as variedades consigam atingir o seu nível máximo de produtividade e desenvolvimento, podendo-se associar o uso de irrigação para o fornecimento de água (KAMPHORST et al., 2018). Dentre os sistemas de irrigação atualmente empregados têm-se o gotejamento, o qual caracteriza-se por aplicar água somente na zona radicular das culturas, em pequenas quantidades, mas com alta frequência (SILVA & SILVA, 2005). Na cultura do milho este sistema de irrigação já está sendo usado, porém, para o milho de pipoca os trabalhos são escassos, e não há pesquisas sobre a irrigação deficitária, a qual visa fornecer níveis de irrigação inferiores às necessidades hídricas, a fim do uso racional de água na agricultura.

Klocke et al. (2012), também alertaram sobre a limitação nos recursos terra e água, razão pela qual, as estratégias de irrigação deficitária têm sido indicadas, porém, não existe nenhum ensaio com este tipo de irrigação na cultura do milho de pipoca. Sendo assim, a adoção de irrigação deficitária por gotejamento nessa cultura poderá conferir maior eficiência no uso de

água resultando em alterações no desenvolvimento vegetativo e na produtividade do mesmo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de irrigação deficitária no desenvolvimento vegetativo de variedades de milho de pipoca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa no Câmpus Universitário da UEG de Santa Helena de Goiás (18°03'S, 050°35'W e 572 m de altitude), em um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa (SANTOS, 2018). O clima do município, de acordo com classificação climática de Köppen, é tropical temperado. Foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com 3 repetições, sendo quatro tratamentos os quais, corresponderam aos níveis de irrigação: 25, 50, 75, 100 % da evapotranspiração de cultura (ET_c) e duas cultivares de milho de pipoca (Popten e Poptop), totalizando 24 parcelas experimentais. As quais foram compostas por vasos com capacidade de sete litros cada, o espaçamento entre plantas foi de 0,20 metros, totalizando cinco vasos por metro linear e com espaçamentos entre linhas de 0,70 metros. Amostra composta de solo foi retirada na camada de 0-0,20 m para análise química e física em laboratório, O solo foi peneirado e corrigido depois adicionado nos vasos. Tanto a calagem quanto a adubação foram realizadas de acordo com a recomendação de adubação para o milho de pipoca conforme o Fernandes & Balmer (1990), nas condições de fertilidade do solo em estudo buscando elevar a saturação por bases para 70% através do método de saturação por bases. Para a correção da acidez foram adicionados 3,065 t ha⁻¹ de calcário filler (PRNT 100%).

Os níveis de irrigação deficitária foram aplicados por meio de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, com unidades gotejadoras espaçadas de 0,20 metros e 0,70 metros entre linhas, com uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão nominal de cada unidade gotejadora foi de 1,6 L h⁻¹, submetida a uma carga de pressão de operação de 10 mca. Para a determinação da evapotranspiração de referência (ET₀) foi empregado um mini tanque instalado dentro da estufa, que foi calibrado com o tanque Classe A, onde foram efetuadas leituras diárias de evaporação do mesmo. Neste método para a estimativa da ET₀ foi utilizada a equação 1:

$$ET_0 = ECA.Kt \quad (1)$$

Em que: ET_0 = evapotranspiração de referência, mm d^{-1} ; ECA = evaporação em tanque Classe A, em mm d^{-1} ; K_t = coeficiente de correção do tanque, adimensional. A determinação da evapotranspiração da cultura ET_c , foi obtida pelo método padrão FAO (equação 2).

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \quad (2)$$

Em que: ET_c = evapotranspiração da cultura, mm d^{-1} ; ET_0 = evapotranspiração de referência, em mm d^{-1} ; K_c = coeficiente da cultura, adimensional. Para a cultura do milho os valores de K_c são: 0,30 - 0,40 para as duas primeiras semanas, 0,60 – 1,00 para as sucessivas 4 semanas, 1,10 – 1,20 formação da espiga até a maturação láctea, 0,80 - 0,90 sucessivas fases de maturação, 0,60 – 0,30 até a colheita (BIOSEMENTES, 2014).

Foi adotado um turno de rega fixo de um (1) dia, aplicando a lâmina conforme a ECA dentro de seus respectivos tratamentos. A lâmina total de irrigação necessária (LTN) a ser aplicada foi obtida de acordo com a equação 3.

$$LTN = \frac{ET_c \cdot TR}{E_a} \quad (3)$$

Em que: LTN = lâmina total necessária por irrigação, mm; ET_c = evapotranspiração da cultura, mm d^{-1} ; E_a = eficiência da irrigação, adimensional.

Foi efetuado teste de uniformidade e os valores dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) cujo valor foi 93,37% e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi de 96,60 %, Eficiência de Aplicação (E_a) 86,94%.

O tempo de irrigação foi calculado de acordo com cada lâmina nos respectivos tratamentos a partir da equação 4.

$$T_i = \frac{L_i \cdot E_l \cdot E_g}{q} \quad (4)$$

Em que: T_i = tempo de irrigação, min; L_i = lâmina irrigada; E_l = espaçamento entre linhas laterais, m; E_g = espaçamento entre os gotejadores, m; q = vazão dos gotejadores, L h^{-1} .

Os parâmetros biométricos altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas (NF) foram avaliados aos 25, 45 e 60 dias após a semeadura. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância. Para a comparação dos níveis de irrigação deficitária utilizou-se a análise de regressão e para a comparação das cultivares de milho de pipoca empregou-se o teste de Tukey a 1 e 5%. O programa estatístico empregado foi o SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de irrigação aplicados durante os 60 dias de ensaio foram respectivamente de 107,23 mm (25% da ETc), 214,46 mm (50% da ETc), 321,69 mm (75% da ETc) e 428,92 mm (100% da ETc). Encontra-se na Tabela 1 o resumo da análise de variância para as características altura das plantas (AL), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas (NF) cujas avaliações ocorreram aos 25, 45 e 60 dias após a semeadura. De acordo com a mesma Tabela, notou-se que a característica AL apresentou variação significativa a 1%, já o número de folhas (NF) sofreu variação considerável a 5% conforme o nível de irrigação aplicado.

Para o fator épocas de avaliação conforme a análise de variância as características de AL, D e NF apresentaram variação a 1% de significância. Levando-se em consideração a interação entre épocas de avaliação e o nível de irrigação percebeu-se uma variação significativa a 1% para o NF. Já na relação entre a época de coleta dos dados e as cultivares em questão é possível notar a variação considerável a 5% na altura das plantas (AL).

Tabela 1. Resumo de análise de variância para os fatores níveis de irrigação, cultivares e épocas.

FV	GL	QM		
		Al	D	NF
Níveis	3	609,71*	3,46 ^{ns}	5,35**
Cultivares	1	30,03 ^{ns}	22,33 ^{ns}	22,05 ^{ns}
Níveis x cultivares	3	153,39 ^{ns}	4,18 ^{ns}	0,78 ^{ns}
Bloco	2	65,58	0,62	1,17
Erro 1	9	95,37	8,54	0,89
Épocas	2	14327,09*	47,72*	114,29*
Épocas x níveis	6	43,02 ^{ns}	7,88 ^{ns}	3,25*
Épocas x cultivares	2	34,92**	5,07*	0,88 ^{ns}
Épocas x níveis x cultivares	6	33,40 ^{ns}	8,93 ^{ns}	0,54 ^{ns}
Erro 2	37	41,37	8,38	0,96
Total	71	-	-	-
CV1 (%)	-	20,59	23,17	13,97
CV2 (%)	-	13,56	22,95	14,55

GL- Graus de liberdade. * e ** Significativo a 1 e 5% de probabilidade, ns -não significativo. CV- Coeficiente.

Verificou-se mediante a Figura 1 que no nível de irrigação deficitária equivalente a 69,52% da ETc as plantas tiveram um maior desenvolvimento na sua altura do que em relação aos demais níveis de irrigação. E apresentou resposta quadrática com coeficiente de determinação (R^2) de 94,32%. A máxima altura de plantas foi de 52,83 cm no nível equivalente

a 69,52% da reposição da ETc. As plantas apresentaram maior altura mesmo recebendo menos 25% da ETc do que o nível de água recomendado para a cultura.

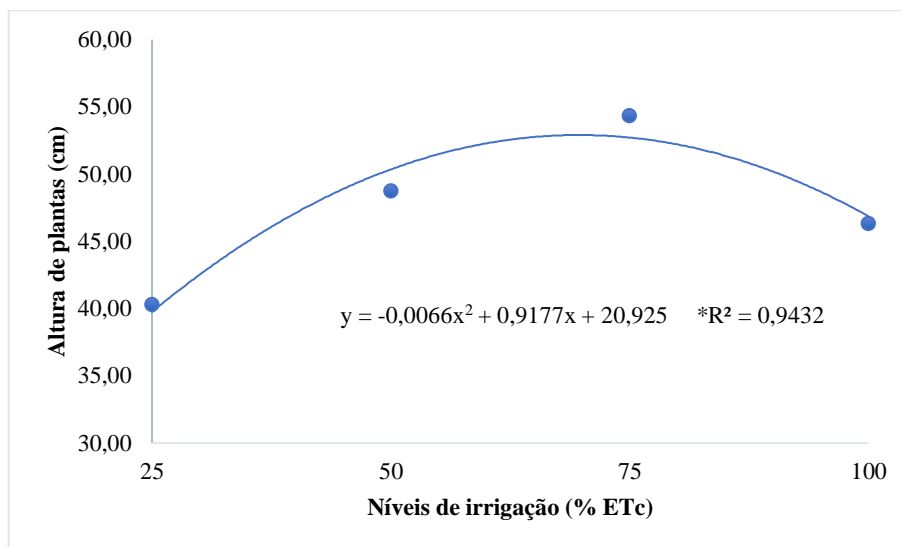


Figura 1. Altura de plantas das cultivares submetidas a níveis de irrigação em função da porcentagem da evapotranspiração de cultura (%ETc).

Na Tabela 2 onde a altura não depende da variedade e independe dos níveis de irrigação, podemos notar que os resultados não tiveram significância, a altura das plantas foi alterada de forma gradativa de acordo com o decorrer do ciclo da cultura e aos 60 dias é quando a cultura está na sua maior altura, chegando a 70,13 cm.

Tabela 2. Altura de plantas, independente dos níveis de irrigação e cultivares.

Al	Épocas		
	25	45	60
	21,57c	50,56b	70,13a
DMS	4,53		

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Levando em consideração apenas as épocas de avaliação e as cultivares, podemos observar que não houve significância entre as variedades, mais é possível avaliar a cultivar C1 (Popten) como tendo maior altura na fase de 60 dias (Tabela 3), chegando a 70,69 cm de altura.

Tabela 3. Altura de plantas das variedades de milho de pipoca em função das épocas avaliadas.

Cultivares	Épocas		
	25	45	60
C1	19,72Ca	49,92 Ba	70,69 Aa
C2	23,42 Ca	51,20 Ba	69,58 Aa
DMS	6,41		

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1% de significância.

A partir da Tabela 4 nota-se que a cultivar C1 (Popten) não teve diferença significativa de diâmetro no decorrer dos dias e que o seu desenvolvimento se dá de forma crescente de acordo com as épocas de avaliação. A cultivar C2 (Poptop) não teve diferença significativa de diâmetro de colmo durante o período de 45 e 60 dias, porém, foi a variedade que teve o maior diâmetro comparada a C1, nas respectivas épocas de 25, 45 e 60 dias de plantio.

Tabela 4. Diâmetro de colmo em função das variedades e épocas de avaliação independente dos níveis de irrigação.

Variedade	Épocas		
	25	45	60
C1	7,76 Ca	13,12 Ba	15,28 Aa
C2	7,85 Ca	14,66 Aa	17,02 Aa
DMS	2,88		

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1% de significância.

O colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva acumulando sacarose (MAGALHÃES et al., 1995). Na Tabela 5 é possível verificar que o colmo teve aumento crescente de acordo com as épocas de avaliação, tendo seu maior colmo aos 60 dias com 16,15 cm de diâmetro.

Tabela 5. Diâmetro de plantas independente dos níveis de irrigação e variedades.

Diâmetro	Épocas		
	25	45	60
	7,79c	13,89b	16,15a
Dms	2,04		

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Em relação a Tabela 6, nota se que aos 60 dias não é possível perceber uma diferença significativa entre o número de folhas e os níveis de irrigação, tendo o menor número de folhas no nível de 100% com o valor de 6,83 número de folhas por planta.

Tabela 6. Número de folhas em função das épocas e níveis de irrigação.

Épocas	Lâminas			
	25	50	75	100
25	4,17C	4,50B	4,33C	4,50B
45	7,17B	7,83A	7,33B	6,50A
60	9,83A	9,00A	9,00A	6,83A
DMS	1,38			

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Conforme Figura 2, o número de folhas adequou-se a um modelo quadrático com R² a 78,5% aos 25 dias, 96,19% aos 45 dias e 90,91% aos 60 dias de plantio. Aos 60 dias podemos notar que a lâmina de 100% é a que possui menor número de folhas, com 6,83 folhas. O número de folhas não teve aumento significativo aos 25 e 45 dias. De acordo com Maas & Nieman (1978), as plantas quando submetidas aos estresses salino ou hídrico desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração para garantir sua sobrevivência; diminuições da quantidade e queda do número de folhas são referências de prováveis adequações das plantas.

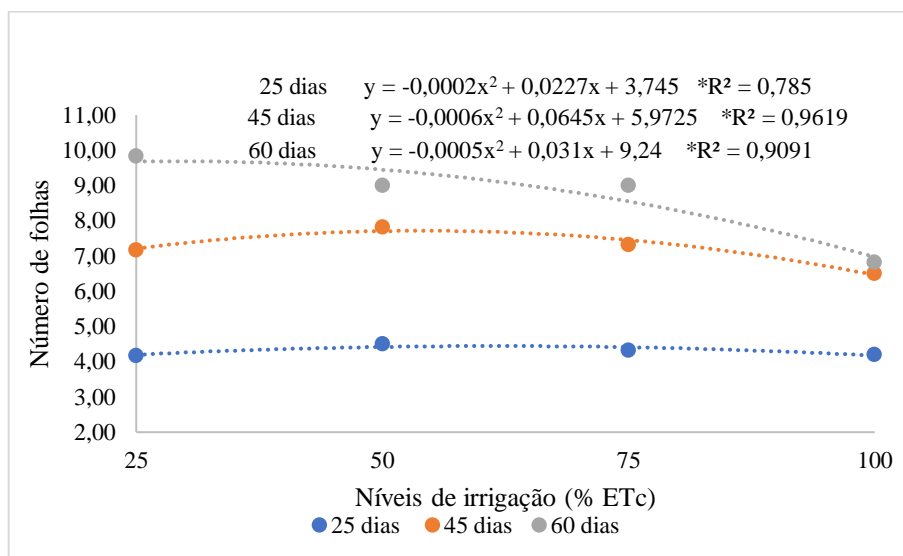


Figura 2. Número de folhas em função das épocas de avaliação e dos níveis de irrigação.

CONCLUSÕES

Verificou-se que todos os parâmetros apresentaram variação significativa para as épocas avaliadas cujos maiores valores ocorreram aos 60 dias. A cultivar que melhor se adaptou às condições de solo e clima da região foi o Pop Top. Percebe-se que a cultura independente das cultivares se adequou a irrigação deficitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIOSEMENTES (Itabuna - Ilhéus). **Irrigação de Milho por gotejamento: Produtividade maximizada**. 2014. Disponível em: <<https://www.biosementes.com.br/loja/news/7/Irrigacao-de-Milho-por-gotejamento.-Produtividade-maximizada.html>>. Acesso em: 1 mai. 2023.
- FERNANDES, F. T.; BALMER, E. Situação das doenças de milho no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 14, n. 165, p. 37-40, 1990. Acesso em: 31 jul. 2023.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FREITAS JÚNIOR, S. DE P.; AMARAL JÚNIOR, A. T. DO; RANGEL, R. M.; VIANA, A. P. Predição de ganhos genéticos na população de milho pipoca UNB 2U sob seleção recorrente utilizando-se diferentes índices de seleção. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 803 814, 2018.
- KAMPHORST, S. H., DE LIMA, V. J., SCHIMITT, K. F. M., LEITE, J. T., AZEREDO, V. C., PENA, G. F., SANTOS, P. H. A. D., JÚNIOR, D. R. S., JÚNIOR, S. B. DA S., BISPO, R. B., SANTOS, T. O., KHAN, S., JÚNIOR, A. T. DO A. Water stress adaptation of popcorn roots and association with agronomic traits. **Genet Mol Res**. v. 17, p. 1–14, 2018.
- KLOCKE, N. L.; CURRIE, R. S.; TOMSICEK, D. J.; KOEHN, J. W. Sorghum yield response to deficit irrigation. **Transactions of the ASABE**, v.55, p.947–955, 2012.
- MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). **Crop tolerance to sub-optimal land conditions**. Madison: American Society of Agronomy 1978. cap 1.p.277-279. Special publication, 32
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃO, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1995. (Circular técnica, n° 20).
- PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 108, p. 39–51, 2012.
- SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. dos, OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos (5a). Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, v. 53, n. 2, p. 11-13, 2001.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniforme em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica eletrônica de agronomia**, ano IV, n. 8, dezembro. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça, 2005.