

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA NA CULTURA DO MILHO-VERDE SOB IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA

JOAQUIM MAURO DE MOURA NETO¹, MATEUS LIMA SILVA², IGOR OLIVEIRA DA SILVA³, CARLA EMANUELA DE OLIVEIRA⁴, ANDRÉ ARAÚJO DO NASCIMENTO⁵, ALEXANDRE REUBER ALMEIDA DA SILVA⁶

1 Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – Campus Iguatu, mauromoura2205@gmail.com

2 Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu

3 Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu

4 Graduanda em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu

5 Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu

6 Eng. Agrônomo. Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produção de biomassa e a eficiência de uso da água na cultura do milho-verde, híbrido AG 1051, sujeita à irrigação plena e à déficits hídricos de diferentes intensidades, aplicados em diferentes estágios fenológicos da cultura, em Iguatu, CE. Foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. As parcelas consistiram diferentes épocas de exposição ao déficit hídrico, de acordo com os estágios fenológicos da cultura, e as subparcelas corresponderam a diferentes níveis de déficit de irrigação. Os déficits foram aplicados no início do ciclo, durante o crescimento vegetativo, na floração e na maturidade fisiológica da cultura. Os níveis de déficit de irrigação variaram de 20% a 100% das necessidades de irrigação, conforme a reposição da evapotranspiração da cultura – ETc. A irrigação deficitária reduz a produção de matéria fresca e seca no milho verde, independentemente da fase de crescimento. A produtividade de biomassa fresca e seca aumenta de forma linear com a quantidade de irrigação aplicada, sendo os melhores resultados obtidos com 100% da ETc. A eficiência no uso da água não é afetada pelo déficit hídrico ou pelo momento da sua aplicação no milho verde.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays L.*, déficit hídrico, produtividade da água.

BIOMASS PRODUCTION AND WATER USE EFFICIENCY IN GREEN CORN CROPPING UNDER DEFICITIVE IRRIGATION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate biomass production and water use efficiency in the green corn crop, hybrid AG 1051, subject to full supervision and water deficits of different intensities, applied in different phenological approaches to the crop, in Iguatu, CE. A randomized block experimental design with split plots was used. The plots consisted of different times of exposure to water deficit, according to the crop's phenological designs, and the subplots corresponded to different levels of supervision deficit. Deficits were applied at the beginning of the cycle, during vegetative growth, at modernity and at physiological maturity of the crop. The levels of supervision deficit varied from 20% to 100% of the supervision needs, depending on the configuration of crop evapotranspiration – ETc. Deficient transparency reduces the production of fresh and dry matter in green corn, regardless of the growth phase. The productivity of fresh and dry biomass increases linearly with the amount of best application

applied, with results being obtained with 100% of ET_c. Water use efficiency is not affected by water deficit or the timing of its application to green corn.

KEYWORDS: *Zea mays L.*, water deficit, water productivity.

INTRODUÇÃO: Na produção vegetal, a água desempenha papel crucial. A maior parte da água consumida pelos vegetais é transferida para a atmosfera por meio da transpiração, sendo essencial para o funcionamento e o desenvolvimento das plantas. O solo atua como reservatório temporário de água, fornecendo-a conforme a demanda das plantas (Santos, 2012). A aplicação artificial de água, por meio da irrigação, é comumente usada para aumentar a produtividade agrícola, mas em áreas com escassez de água, a irrigação deficitária é uma estratégia emergente. A técnica consiste em aplicar menos água do que o necessário para atender plenamente às necessidades de evapotranspiração da cultura, visando maximizar a eficiência do uso da água (Zwirtes *et al.*, 2015). Dentre as espécies vegetais, o milho é uma das graníferas mais relevantes globalmente, sendo cultivado extensivamente em diversos países. Além de ser um importante produto de exportação e fornecedor de insumos para diversas indústrias, destacando-se ainda por sua contribuição na alimentação animal, sendo um componente energético essencial na fabricação de rações e uma forrageira amplamente utilizada na ensilagem, devido à sua alta produção de biomassa por área cultivada (Faostat, 2022). As variações na produção de biomassa da cultura do milho estão relacionadas, em parte, à disponibilidade de água no solo. Portanto, é crucial avaliar os efeitos de diferentes intensidades e de períodos de exposição ao déficit hídrico, a fim de fundamentar recomendações sobre a irrigação deficitária nessa cultura (Bergamaschi *et al.*, 2006). Assim, objetivou-se avaliar a produção de biomassa e a eficiência de uso da água na cultura do milho-verde, sujeita à irrigação plena e à déficits hídricos de diferentes intensidades, aplicados em diferentes estágios fenológicos da cultura, em Iguatu, CE.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Ceará - *Campus* Iguatu, na cidade de Iguatu – CE, que possui caracterização climática do tipo BSw'h' de acordo com a classificação de Koppen, apresentando-se como semiárido quente. O experimento foi desenvolvido durante os meses de outubro e dezembro de 2023. O genótipo de milho (*Zea mays L.*) utilizada no experimento foi o híbrido AG 1051, cultivado no espaçamento de 1 x 0,20 m. Foi empregado um delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC), com arranjo de parcelas subdivididas em um esquema 4 x 5, resultando em 20 tratamentos com quatro repetições, perfazendo 80 unidades experimentais. Nas parcelas, os tratamentos foram distribuídos de acordo com as diferentes épocas de exposição ao déficit hídrico, conforme os estádios fenológicos, enquanto nas subparcelas foram alocados os diferentes níveis de déficit de irrigação. Os déficits foram aplicados em quatro épocas distintas (parcelas: E1 – Inicial (VE a V4), E2 – Crescimento Vegetativo (V4 a VT), E3 – Floração (VT a R1) e E4 – Maturidade fisiológica (R1 a R4). Os quatro níveis de déficit de irrigação (leve, médio, grave e severo) avaliados nas subparcelas correspondiam a 80%, 60%, 40% e 20%, respectivamente, da necessidade de irrigação, além de um tratamento controle com irrigação plena durante todo o ciclo da cultura (100% das necessidades de irrigação). A irrigação utilizada no experimento foi do tipo localizada, com sistema de gotejamento superficial, sendo formado de uma linha lateral por fileira de planta. As linhas laterais, de 16 mm de diâmetro, composta por uma fita gotejadora em polietileno flexível, com gotejadores autocompensantes integrados, e espaçados entre si por uma distância de 0,2 m, com vazão individual de 1,6 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 100 kPa. A ET_o foi estimada pelo método de Penman-Monteith, FAO-56 (ALLEN *et al.*, 1998), utilizando dados climáticos obtidos a partir de uma estação automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada dentro área do IFCE - *Campus* Iguatu. Foi estudado as variáveis de produção de produtividade de biomassa

(kg ha⁻¹): biomassa fresca (BFT) e seca (BST) totais da parte aérea, além das eficiências de uso da água nas produtividades de biomassa fresca total (EUA BFT) e seca total (EUA BST), por meio das relações entre os rendimentos de biomassa (fresca e seca), expressos em kg ha⁻¹, e a quantidade total de água de irrigação aplicada na cultura ao longo do tempo, de acordo com o respectivo tratamento a que foi submetida, expressa em mm. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando verificados efeitos significativos, empregou-se a análise de regressão. Para tanto, utilizou-se do software da Universidade Federal de Campina Grande ASSISTAT[®] (versão 7.6 beta) e do Microsoft Office Excel[®] (versão 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Ao analisar a Tabela 1, observa-se que a época de exposição ao déficit hídrico teve um efeito significativo apenas na variável de eficiência de uso da água na produtividade de biomassa seca total (EUA BST). Quanto às lâminas de irrigação deficitária aplicadas, foi observado um efeito significativo na biomassa fresca total (BFT) e na biomassa seca total (BST), indicando que a irrigação deficitária influenciou essas variáveis. No entanto, não foram detectados efeitos significativos nas interações entre estádios fenológicos e lâminas de irrigação, nem foram observados efeitos dos tratamentos aplicados tanto de forma isolada quanto combinada nas eficiências de uso da água na produção de biomassa fresca e seca.

TABELA 1. Resumo da análise de variância para produtividade de biomassa fresca total (BFT), produtividade de biomassa seca total (BST), eficiência e uso da água na produtividade de biomassa fresca total (EUA BFT) e eficiência e uso da água na produtividade de biomassa seca total (EUA BST) para a cultura do milho-verde, sob irrigação plena e déficits hídricos de diferentes intensidades, aplicados em diferentes estágios fenológicos da cultura, em Iguatu, CE.

FV	GL	Quadrados médios			
		BFT	BST	EUA BFT	EUA BST
Épocas	3	96687144,7855 ^{ns}	30704305,8042 ^{ns}	3,41765 ^{ns}	0,15131*
Lâminas	4	512148194,630**	181026782,508**	4,57229 ^{ns}	1,65150 ^{ns}
Épocas x Lâminas	12	180915583,477 ^{ns}	62461360,6974 ^{ns}	4,44188 ^{ns}	1,72226 ^{ns}
Blocos	3	146431874,192 ^{ns}	51206842,8125 ^{ns}	4,74414 ^{ns}	1,64015 ^{ns}
Resíduo a	9	218032668,646	87558790,4708	8,17339	3,30585
Resíduo b	48	99400161,4857	36520569,6396	3,93126	1,44980
Total	79	-	-	-	-
CV (%) Épocas	-	32,42	37,85	31,69	37,22
CV (%) Lâminas	-	21,89	24,44	21,98	24,65

** significativo a 1%; * significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F; FV – Fonte de Variação; GL - Grau de liberdade.

Na Figura 1, são apresentados os comportamentos das variáveis produtividade de biomassa fresca total [Prod. BFT] (A) e produtividade de biomassa seca total [Prod. BST] (B) frente às diferentes lâminas de irrigação.

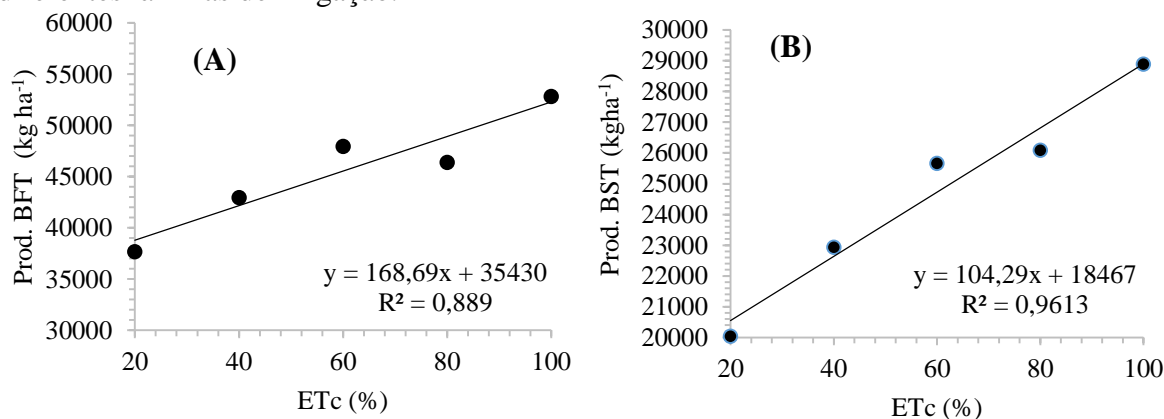


FIGURA 1. Produtividade de biomassa fresca total [Prod. BFT] (A) e produtividade de biomassa seca total [Prod. BST] (B) na cultura do milho-verde, híbrido AG 1051, sob irrigação plena (100% da ETc) e déficits hídricos de diferentes intensidades (20, 40, 60 e 80% da ETc), em Iguatu, CE.

Observou-se que o modelo linear crescente foi o mais adequado para ambas as variáveis, com coeficientes de ajuste de $R^2= 0,889$ para a Prod. BFT e $R^2= 0,9613$ para Prod. BST. O maior valor estimado para BFT foi de $52.299 \text{ kg ha}^{-1}$, obtido com a lâmina máxima de 100% da ETc. Para a Prod. BST, a maior produção foi de $28.896 \text{ kg ha}^{-1}$, também com a lâmina máxima (100% da ETc). Os modelos matemáticos ajustados também possibilitam prever que cada aumento unitário no percentual de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) dentro do intervalo de 20 a 100% resultou em aumentos percentuais de aproximadamente 0,48% e 0,56% nas produtividades de biomassa fresca e seca total, respectivamente. Esses resultados são consistentes com os achados de Fernandes *et al.* (2022) para a cultura do milho, destacando a importância de considerar valores percentuais mais elevados da evapotranspiração da cultura (ETc) para ajustar adequadamente os valores do coeficiente de cultura (k_c) e atingir o ponto de inflexão das variáveis de produção. O comportamento linear observado em todas as variáveis de produção indica que, no local de estudo, as lâminas de irrigação aplicadas foram insuficientes para otimizar o desempenho da cultura, mesmo com a aplicação da lâmina máxima de 100% da ETc, haja vista a inexistência de um ponto de máxima. As lâminas totais aplicadas durante o experimento foram de 450,72; 477,04; 503,37; 529,70 e 556,03 mm para os níveis de reposições hídricas equivalentes a 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da ETc, respectivamente. Estes valores foram calculados com base nas médias aritméticas das lâminas totais aplicadas ao longo das diferentes épocas de exposição ao déficit hídrico e à irrigação plena. Embora as eficiências no uso da água não tenham sido estatisticamente influenciadas pelos tratamentos aplicados à cultura, observaram-se, em média, valores de 9,02 e 4,88 ($\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) para as produtividades de biomassa fresca e seca, respectivamente.

CONCLUSÕES: A implementação de irrigação deficitária resulta em redução da produção de matéria fresca e seca na cultura do milho verde, independentemente da fase fenológica da planta. As lâminas de irrigação demonstram uma relação linear positiva com a produtividade de biomassa fresca e seca do milho, com os maiores rendimentos observados na dose correspondente a 100% da ETc. A eficiência no uso da água para a produção de biomassa fresca e seca na cultura do milho verde não foi afetada pelo déficit hídrico nem pela época em que foi imposto.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R. G. "Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study". **Journal of Hydrology**. v. 229, p. 27 - 41, 1998.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p. 243-249, 2006.
- FAOSTAT, 2022. **Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAO, Rome. <https://www.fao.org/statistics/en/>.
- FERNANDES, C. N. D. *et al.* Irrigation depth and silicate fertilisation in green maize. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 53, p. e20207517, 2022.
- SANTOS, W. de Oliveira. **Necessidades hídricas, desenvolvimento e análise econômica da cultura do milho nas condições do semiárido brasileiro**. 98f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) -Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.
- ZWIRTES, A. L. *et al.* Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015.