

USO DE DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS E COBERTURA MORTA VEGETAL NA CULTURA DO SORGO¹

ANTONIO ELVES BARRETO DA SILVA²

1 RESUMO

A cobertura morta vegetal atenua o estresse hídrico na cultura do sorgo. Neste sentido, objetivou-se avaliar o uso de regimes hídricos em solo com e sem cobertura morta vegetal no desempenho agrônomico da cultura do sorgo. O experimento foi realizado no período de julho a outubro de 2021, na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), no município de Redenção, Ceará, em delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2, com cinco repetições. O primeiro fator é referente aos quatro regimes hídricos: (RH1 = testemunha - sem redução da lâmina ótima durante todo o ciclo; RH2 = Redução de 20% da lâmina ótima aos 60 dias após a semeadura-DAS; RH3 = Redução de 40% da lâmina ótima aos 70 DAS e RH4 = Redução de 60% da lâmina ótima aos 80 DAS em solo com e sem cobertura morta vegetal. Os regimes hídricos de 100% da ETc e o com 20% de redução da lâmina ótima com presença de cobertura morta vegetal foram mais eficientes quanto ao número de grãos por panícula e o comprimento de panícula. O tratamento sem restrição hídrica na presença de cobertura morta do solo proporcionou maior rendimento em massa de grãos por panícula, massa de panícula e produtividade. Os resultados indicaram que a supressão de irrigação baseada nos estágios fenológicos do sorgo atrelada a cobertura morta vegetal é uma estratégia eficiente de gestão de recurso hídricos sem perda de produtividade e saúde solo.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L., déficit hídrico, proteção do solo

USE OF DIFFERENT WATERING REGIMES AND PLANT MULCH IN SORGHUM CULTURE

2 ABSTRACT

Vegetative mulch cover mitigates water stress in sorghum cultivation. In this context, the objective was to assess the use of different water regimes in soil with and without vegetative mulch cover on the agronomic performance of sorghum crops. The experiment was conducted from July to October 2021 at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB) in Redenção, Ceará, using a randomized block experimental design in a 4x2 factorial scheme with five replications. The first factor relates to the four water regimes: (RH1 = control - no reduction in optimal water depth throughout the entire cycle; RH2 = 20% reduction in optimal water depth at 60 days after sowing - DAS; RH3 = 40% reduction in optimal water depth at 70 DAS; and RH4 = 60% reduction in optimal water depth at 80 DAS in soil with and without vegetative mulch cover. The water regimes with 100% of ETc and 20% reduction in optimal water depth with the presence of vegetative mulch cover were more efficient in terms of grain number

¹ Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB, sob orientação do Professor Doutor Geocleber Gomes de Sousa.

² Graduando do curso de Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção-CE. E-mail: elvesbs@gmail.com

per panicle and panicle length. The treatment without water restriction in the presence of soil mulch cover provided higher grain mass per panicle, panicle mass, and productivity. The results indicate that the irrigation reduction based on sorghum phenological stages combined with vegetative mulch cover is an effective strategy for water resource management without compromising productivity and soil health.

Keywords: *Sorghum bicolor* L., water deficit, soil protection

3 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) tem origem no Noroeste da África e foi introduzido no Brasil por escravizados do continente africano, sendo uma espécie monoica, autógama e pertencente à família das Poaceae (BORÉM *et al.*, 2014). É o quinto cereal mais cultivado do mundo, ficando atrás apenas do trigo, milho arroz e cevada (FAO, 2012; ABD EL-MAGEED *et al.*, 2018). Mais da metade da produção de sorgo no mundo é utilizado na alimentação animal, álcool e indústria (AWIKA *et al.*, 2004) e sua produção tem aumentado consideravelmente devido as espécies disponíveis para o cultivo (LONE *et al.*, 2023).

Dentre as suas potencialidades estar o fato de seu valor nutricional (Lone *et al.*, 2023) ser semelhante ao milho por exemplo, além de sua eficiência no uso da água e nutrientes do solo (BELL *et al.*, 2018). Devido suas características fisiológicas, a cultura tem maior adaptabilidade a condições de déficit hídrico (RAMOS JUNIOR *et al.*, 2013) se adaptando a condições mais áridas com escassez de chuvas (ROCHA JUNIOR *et al.*, 2000; TABOSA *et al.*, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2004; QUEIROZ *et al.*, 2014).

Sendo a região do Nordeste caracterizada pelo déficit hídrico na maior parte do ano, a irrigação é uma prática que permite auxiliar na melhor tomada de decisão, objetivando rendimento, economia de água e melhoria da eficiência do uso da água, sendo de fundamental para obter elevada produtividade e garantir a segurança de alimentos (CARVALHO *et al.*, 2016). Porém, é frequente a ocorrência de desperdício de água devido a diversos fatores, como o manejo inadequado, disponibilidade hídrica excessiva ou restritiva, adicionado a isso, além da gestão eficiente da irrigação, (MONTESANO *et al.*, 2018; IBIDHI *et al.*, 2020)

O déficit hídrico reduz a transpiração devido ao fechamento dos estômatos pela planta, que causa diretamente, uma menor taxa de fotossíntese líquida, e consequentemente, desenvolvimento mais lento das plantas (FREITAS *et al.*, 2020; MELO *et al.*, 2020). No entanto, a cultura do sorgo apresenta boa adaptabilidade a condições mais extremas de déficit hídrico, apresentando período de crescimento e

consumo de água menores em comparação a outras culturas, podendo tolerar uma redução de até 25% da evapotranspiração da cultura, sem comprometer a produtividade (AYDINSAKIR *et al.*, 2021).

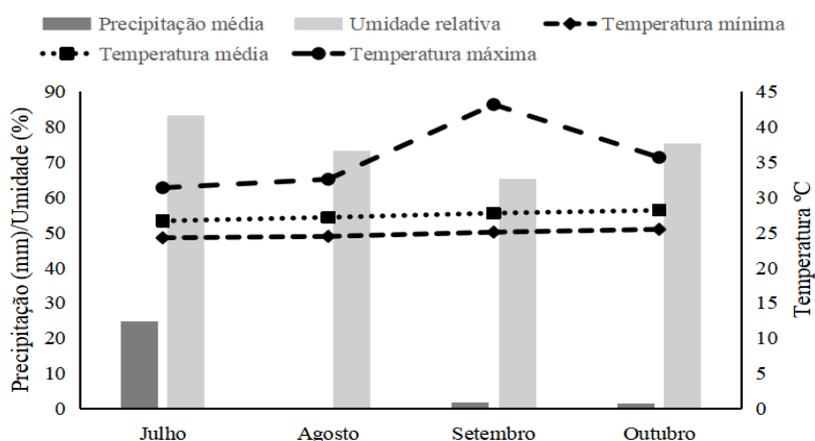
Dentre alguns atenuantes da perda de água pelas culturas, o uso da cobertura do solo vem revelando efeito promissor (GUO *et al.* 2016). A cobertura morta do solo é uma prática conservacionista que pode aumentar a eficiência do uso da água (CANJA *et al.*, 2021), favorecendo uma manutenção da umidade, diminuição de oscilações bruscas de temperaturas e das taxas de evaporação, aumentando o aproveitamento da água (DACCACHE *et al.*, 2014; FARIAS *et al.*, 2015).

Assim, o objetivou-se avaliar o uso de regimes hídricos em solo com e sem cobertura morta vegetal no desempenho agrônômico da cultura do sorgo.

4 MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no período de julho a outubro de 2021 na área pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. De acordo com a classificação de Köppen (1993), o clima da região é “Aw”: tropical chuvoso, muito quente, com chuvas concentradas, predominantes, nas estações do verão (dezembro a março) e outono (março a junho). Os dados meteorológicos obtidos durante o experimento estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Precipitação, umidade e temperatura do ar nos meses de julho, agosto, setembro e outubro na área experimental.



Foram realizadas análises químicas do solo antes da implantação do experimento (Tabela 1). As análises químicas foram realizadas conforme o método recomendado por TEIXEIRA *et al.* (2017).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental.

MO	N	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	SB	CTC	V	P
(g Kg ⁻¹)		(cmol _c Kg ⁻¹)								(%)	(mg Kg ⁻¹)
8,38	0,53	2,5	0,29	2,2	45	1,32	0,05	49,99	51,3	97	26

MO- Matéria orgânica; SB- soma de bases; CTC- capacidade de troca de cátions; V- saturação de bases.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2, com cinco repetições. O primeiro fator é referente aos quatro regimes hídricos: (RH1 = testemunha - sem redução da lâmina ótima durante todo o ciclo; RH2 = Redução de 20% da lâmina ótima aos 60 dias após a semeadura -DAS; RH3 = Redução de 40% da lâmina ótima aos 70 DAS e RH4 = Redução de 60% da lâmina ótima aos 80 DAS em solo com e sem cobertura morta vegetal.

Para a adubação da cultura do sorgo com NPK, foi adotado a recomendação de Fernandes *et al.* (1993), sendo aplicada 300 kg ha⁻¹ de N; 280 de P e 220 de K, nas fontes ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura foi realizada manualmente utilizando sementes de sorgo da variedade Al Precioso e distribuídas em metro linear com espaçamento de 0,80 x 0,05 m. Essa variedade apresenta características de duplo uso: silagem e produção de grãos e de boa digestibilidade devido ao baixo teor de tanino (46, 03 mg 100g⁻¹). Aos 10 DAS, foi realizado o desbaste deixando 15 plantas por parcela. Foram realizados os tratos culturais com capinas de plantas daninhas e controle de pragas. A cobertura morta vegetal utilizada foi proveniente de restos de culturas espontâneas e colocada numa camada de 10 cm em cada tratamento logo após a emergências das plântulas de sorgo.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento, cuja vazão do emissor foi de 8,0 L h⁻¹ e espaçados a 0,30 m. A quantidade de água aplicada foi calculada com base no coeficiente da cultura (Kc) (DOORENBOS & KASSAM, 1994), e evapotranspiração de referência (ETc) estimada pelo método do tanque classe A, com um

turno de rega de 2 dias. O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de aproximadamente 92%.

O tempo de irrigação foi estimado a partir da Eq. 1:

$$T_i = E_{Tc} * E_p / E_a * q * 60$$

(1)

Em que:

T_i - tempo de irrigação (min);

E_{Tc} - evapotranspiração da cultura (mm);

E_p - espaçamento entre gotejadores;

E_a - eficiência de aplicação (0,92); e,

q - vazão ($L h^{-1}$).

Aos 92 DAS, foram coletadas 5 plantas por tratamentos dentro da parcela útil e analisadas as seguintes variáveis: massa da panícula (MP), e de grãos por panícula (MGPP), com o auxílio de uma balança analítica, comprimento da panícula (CP), mensurada com um paquímetro digital em cm, número de grãos por panícula (NGPP), e a produtividade em grãos (PROD).

Para avaliar a normalidade, os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$). Depois de checar normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância usando o teste F. Em casos de significância, para o regime hídrico, cobertura morta vegetal ou interação, foram submetidos ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o Assistat software 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), houve interação entre os fatores testados para as variáveis: comprimento da panícula (CP); massa da panícula (MP); e de grãos por panícula (MGPP) número de grãos por panícula (NGPP) e, produtividade (PROD).

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para o comprimento da panícula (CP), massa da panícula (MP); e de grãos por panícula (MGPP), número de grãos por panícula (NGPP); e a produtividade (PROD) em função de diferentes regimes de irrigação em solo com e sem cobertura morta vegetal

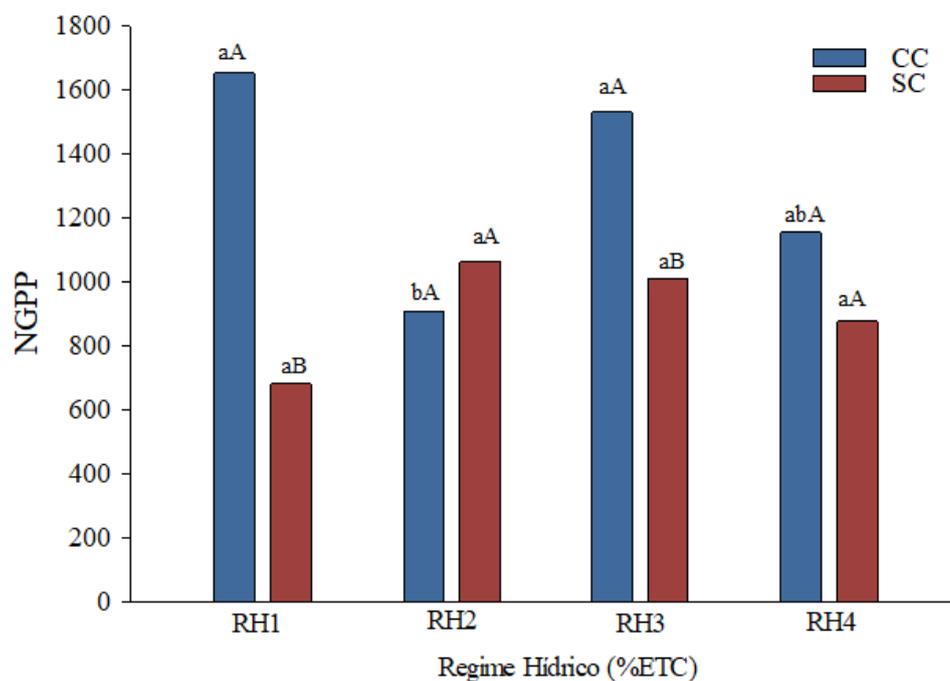
Quadrado médio

FV	GL	CP (g)	MP (g)	NGPP	MGPP (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Regime Hídrico (RH)	3	16.64**	53.24 ^{ns}	141096.10 ^{ns}	1291.82 ^{ns}	80738813.80 ^{ns}
Cobertura do solo (CS)	1	24.02**	499.35**	1300481.28**	4776.06*	298504069.53*
RH x CS	3	14.45**	219.08*	440573.37**	5092.99**	318312398.18**
Tratamento	7	16.76**	188.04*	435069.96**	3418.64**	213665386.50**
Resíduo	21	-	-	-	-	-
Total	31	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7.96	27.61	24.14	25.61	25.61

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$). ns não significativo ($p \geq .05$).

Os valores médios para o número de grãos por panícula (NGPP) em função de diferentes regimes hídricos em solo com e sem cobertura morta vegetal estão apresentados na Figura 2. Os maiores valores médios do número de grãos por panícula foram verificados no RH1 e RH3 em solo com cobertura morta em relação ao solo sem cobertura, porém o RH2 e o RH4 não diferem estatisticamente entre si.

Figura 2. Número de grãos por panícula de plantas de sorgo submetida a diferentes regime hídrico em solo com e sem cobertura morta vegetal.



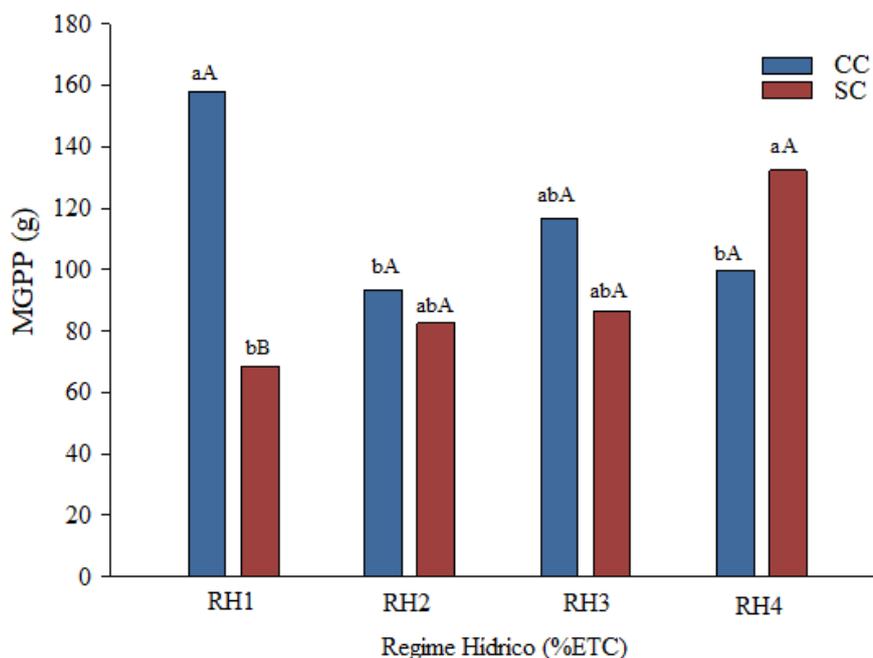
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculos para o uso de diferentes regimes hídricos e letras maiúsculas para o uso de cobertura morta vegetal dentro de cada regime hídrico não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O efeito positivo do RH1 na presença da cobertura morta está relacionado ao maior volume de água aplicado e a proteção do solo, ou seja, maior ajuste na transpiração e condutância estomática, na distribuição de fotoassimilados e conseqüentemente maior desempenho no NGPP (SOUSA *et al.*, 2016; SOUSA, 2018; SILVA *et al.*, 2020). Já na ausência da cobertura morta, houve, provavelmente, maior temperatura do solo, conseqüentemente aumenta a temperaturas das folhas e posteriormente fechamento estomático, desencadeando menor distribuição de nutriente e, conseqüentemente, menor desempenho dessa variável.

A diferença encontrada entre o RH1 e RH2 pode estar atrelada ao estágio fenológico. Desde a emergência até aproximadamente 70 dias, quando termina a etapa de crescimento 2 (EC2), qualquer estresse pode causar efeitos na produtividade, principalmente no número de grãos por panícula. Verifica-se Nesse estágio, o suprimento de água pode diminuir a polinização e aumentar o aborto de óvulos já polinizados (ASSEFA *et al.*, 2010). Em contrapartida, aos 70 DAS, Mais de 50% da planta atingiu floração por isso a redução não afetou tanto o número de grão.

Semelhante ao NGPP, a MGPP (Figura 3), o RH1 associado a presença da cobertura morta vegetal foi superior estatisticamente a ausência da proteção do solo. Os demais regimes hídricos não diferiram.

Figura 3. Massa de grãos por panícula de plantas de sorgo submetida a diferentes regime hídrico em solo com e sem cobertura morta vegetal.

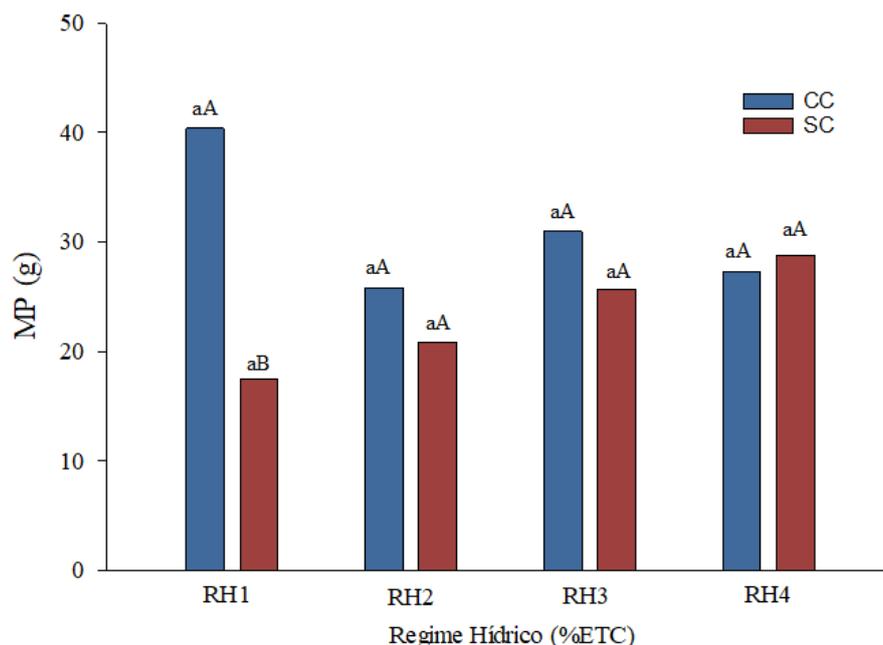


Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculos para o uso de diferentes regimes hídricos e letras maiúsculas para o uso de cobertura morta vegetal dentro de cada regime hídrico não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Esse efeito pode estar atrelado a maior capacidade de retenção de umidade pelo material colocado ao solo como proteção, ou seja, pode gerar também maior aporte de matéria orgânica (TORRES *et al.*, 2020), favorecendo o aumento do rendimento das culturas (CARVALHO *et al.*, 2018). Vale salientar que em condições de déficit hídrico a produção de fotoassimilados e desenvolvimento de órgãos reprodutivos são afetados (GOES *et al.*, 2021).

Estudando aplicação de gestão de déficit hídrico na cultura do sorgo, Bell *et al.* (2018), não identificou correlação entre diferentes regimes hídricos (por exemplo: regimes com déficit e regimes sem irrigação) na massa de grãos da panícula. Para a massa da panícula (MP), excetuando o RH1, os demais foram similares estatisticamente (Fig. 4), sendo que no regime hídrico RH1, os dados de massa no regime com cobertura morta foram superiores. Trabalhos realizados por Torres *et al.* (2020) comprovaram os resultados neste estudo, ou seja, esses mesmos autores revelam que a cobertura morta atenuou o estresse hídrico na cultura do milho, possibilitando maior disponibilidade de água para as plantas e conseqüentemente maior desempenho.

Figura 4. Massa da panícula e comprimento de panícula de plantas de sorgo submetida a diferentes regimes hídricos em solo com e sem cobertura morta vegetal.



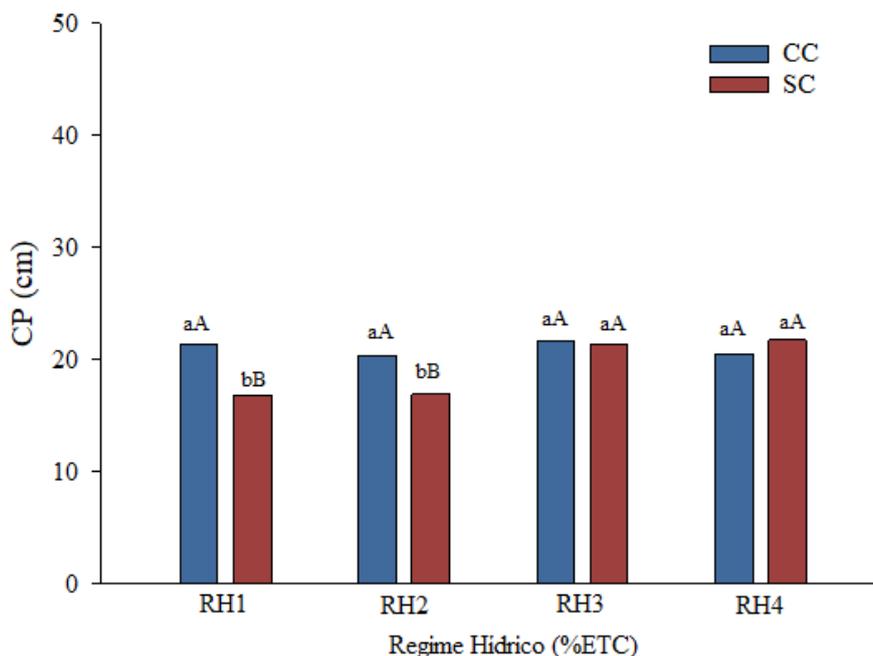
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculos para o uso de diferentes regimes hídricos e letras maiúsculas para o uso de cobertura morta vegetal dentro de cada regime hídrico não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estudando a cultura do milho, Costa *et al.* (2021), também obtiveram resultados médio maiores de massa da panícula quando aplicado cobertura morta vegetal na fase reprodutiva. Para sorgo, Sousa *et al.*, (2017) não identificou diferenças significativas na massa da panícula sob diferentes regimes hídricos e uso de cobertura morta vegetal. Esse fato demonstra a maior tolerância da planta de sorgo comparado ao milho, mesmo sendo da mesma família botânica. Mesmo não mostrando diferenças, indiretamente, a cobertura morta vegetal além de aumentar a retenção de água e processo de evaporação melhora a saúde do solo pois contribui para melhor agregação do solo a diversidade microbiana (ABD EL-MAGEED *et al.*, 2018). Assim, pode ser um condicionar para garantir a sustentabilidade a longo prazo do sistema da produção

Observa-se na figura 5, que nos regimes hídricos RH1 e RH2, as plantas cultivadas na presença da cobertura morta vegetal apresentaram maior CP, sendo superiores estatisticamente as que não receberam a cobertura morta. Mesmo assim, é possível inferir que a cobertura do solo influenciou nessa variável, pois no regime sem supressão e no estresse hídrico ao reduzir em 40 e 60% da lâmina ótima, ficou evidente que a cobertura morta foi atenuante. Esse resultado demonstra que o uso da lâmina ótima (100% da ETC) associado a uso da cobertura morta, proporciona o solo estar na capacidade de campo

evidenciando maior translocação de fotoassimilados para a formação da inflorescência, como reportado por Torres et al. (2020) para a cultura do milho

Figura 5. Comprimento de panícula de plantas de sorgo submetida a diferentes regimes hídrico em solo com e sem cobertura morta vegetal.



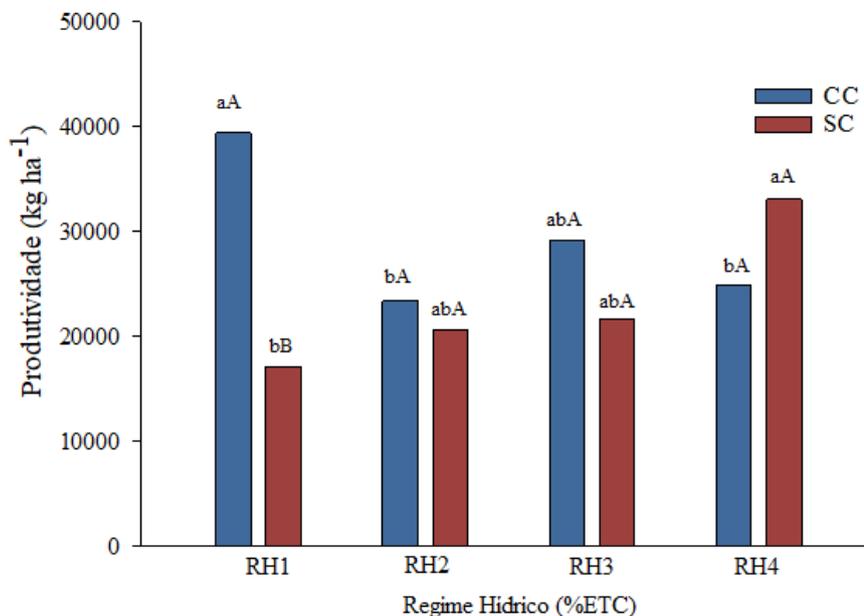
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para o uso de diferentes regimes hídricos e letras maiúsculas para o uso de cobertura morta vegetal dentro de cada regime hídrico não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados obtidos por Goes *et al.* (2021) estudando intervalos de aplicação de diferentes déficit hídrico em solo cultivado com a cultura do amendoim, evidenciaram maior tamanho de vagens quando aplicado uma lâmina de irrigação sem supreeção (100% da ETC). Da mesma forma, Costa *et al.* (2021) também registraram efeito positivo para o comprimento de espiga em planta de milho cultivada em solo com cobertura morta vegetal.

Valores maiores de produtividade (Fig. 6), foram obtidos no RH1 com cobertura morta vegetal. Entretanto, apesar de uma menor produtividade em relação ao RH1, o RH4 não apresentou diferença significativa em solo sem cobertura. O efeito da cobertura morta na produtividade influencia no estágio inicial até a floração do sorgo. Após o estágio de

floração (80 DAS), a diminuição de lâmina ótima em 60% e sem uso de cobertura morta vegetal não influencia na produtividade da cultura.

Figura 6. Produtividade de plantas de sorgo submetida a diferentes regimes hídrico em solo com e sem cobertura morta vegetal.



Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculos para o uso de diferentes regimes hídricos e letras maiúsculas para o uso de cobertura morta vegetal dentro de cada regime hídrico não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Esse resultado sugere que a tolerância da planta e decaimento de rendimento está atrelado ao estágio fenológico que a cultura sofre o estresse (MASTRORILLI *et al.*, 1999). No caso do sorgo, o estágio vegetativo é mais tolerante ao déficit hídrico (MASTRORILLI *et al.*, 1999). Sob recorrentes eventos de estresse a planta pode desenvolver uma “memória de estresse” ao longo do seu ciclo (MANTOAN *et al.*, 2020) afetando processos fisiológicos e morfológicos da planta (WATER *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2014; NEVES *et al.*, 2017).

Nesse trabalho, considerando os diferentes regimes de irrigação como eventos, a planta de sorgo foi capaz de atenuar o estresse. De acordo com Mantoan *et al.*, (2020), plantas expostas ao estresse quando jovens se tornam mais eficientes na fase adulta em comparação a um único estresse. A reduzida área foliar do sorgo permite menor consumo da umidade do solo (GEORGE-JAEGGLI *et al.*, 2017). Com menor área foliar há uma redução na densidade de estômatos que permitindo menos evapotranspiração e melhor uso da água (MANTOAN *et al.*, 2020). Essas características, atrelado ao sistema radicular agressivo do sorgo, explicam a produtividade igual em solos com e sem cobertura morta vegetal na maioria dos tratamentos.

6 CONCLUSÕES

O regime hídrico de 100% da ETc e o com 20% de redução da lâmina ótima aplicada aos 60 DAS em solo com presença de cobertura morta vegetal foi mais eficiente quanto ao número de grãos por panícula e o comprimento de panícula. O tratamento sem restrição hídrico (100% da ETc) na presença de cobertura morta do solo, proporciona maior rendimento em massa de grãos por panícula, massa de panícula e a produtividade da cultura do sorgo. Nossos resultados indicam que a supressão de irrigação baseada nos estágios fenológicos do sorgo é uma estratégia eficiente de gestão de recurso hídricos sem perda de produtividade. Em regiões semiáridas onde taxas de evapotranspiração excede a precipitação, a cobertura morta é importante na retenção de umidade e melhora a saúde do solo

7 REFERÊNCIAS

- ABD EL-MAGEED, TAIA A.; EL- SAMNOUDI, IBRAHIM M.; ABD EL-ATY M. I.; ABD EL TAWWAB AHMED R. Compost and mulching modulates morphological, physiological responses and water use efficiency in sorghum (bicolor L. Moench) under low moisture regime. **Agricultural Water Management**, 208, p. 431–439, 2018.
- ASSEFA, Y., STAGGENBORG, S. A., AND PRASAD, V. P. V. Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. **Crop Management**, p. 1-11, 2010.
- AYDINSAKIR, K.; BUYUKTAS, D.; DINÇ, N.; ERDURMUS, C.; BAYRAM, E.; YEGIN, A. B. Yield and bioethanol productivity of sorghum under surface and subsurface drip irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 243, p. 106452, 2021.
- AWIKA, J.M., ROONEY, L.W., WANISKA, R.D. Properties of 3-deoxyanthocyanins from sorghum. **J. Agric. Food Chem.** 52, p. 4388–4394, 2004.
- BELL, JOURDAN M.; SCHWARTZ, ROBERT; MCINNES, KEVIN J.; HOWELL, TERRY; MORGAN, CRISTINE L.S. Deficit irrigation effects on yield and yield components of grain sorghum. **Agricultural Water Management**, 203, p. 289–296, 2018.
- BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARELLA, R. (ed.). **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: MG, UFV, 2014, p. 275.

- CANJÁ, J. F.; SALES, J. R. S.; PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G. Production and water use efficiency of peanut under salt stress and soil cover1. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, n. 2, p.1-8, 2021.
- CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; FELIX, L. F.; GUERRA, J. G. M.; SALVADOR, C. A. Yield, water use efficiency, and yield response factor in carrot crop under different irrigation depths. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 56, n. 7, p. 1145-1150, 2016.
- CARVALHO, D. F.; Ribeiro, E. C.; Gomes, D. P. Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, p.107-112, 2018
- COSTA, F. H. R.; GOES, G., F.; ALMEIDA, M. S.; MAGALHÃES, C. L.; SOUSA, J. T. M.; SOUSA, G. G. Produtividade da cultura do milho em função da salinidade e da cobertura morta vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 840-846, 2021.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1994. 306 p. (FAO Irrigação e Drenagem, 33).
- FAO STAT. FAO Statistical Yearbook: agriculture production. 2012 [cited Jan 6, 2015]. Available from: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook-2012/en/>
- FARIAS, D. B. S.; LUCAS, A. A. T.; MOREIRA, M. A.; NASCIMENTO, L. F. A.; SÁ FILHO, J. C. F. de. Avaliação da umidade do solo em função da presença de matéria orgânica e cobertura do solo no cultivo da alface crespa (*lactuca sativa l.*). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 287-291, 2015.
- FERNANDES, V. L. B. *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. **Fortaleza: UFC**, p. 248, 1993.
- FREITAS, C. D. M.; PAMPLONA, J. P.; LINS, H. A.; SOUZA, M. F.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, D. V. Gaseous exchanges of corn and weeds under competition and water regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 7, p. 465-473, 2020.
- GEORGE-JAEGGLI, B., MORTLOCK, M.Y., BORRELL, A.K. Bigger is not always better: Reducing leaf area helps stay-green sorghum use soil water more slowly. **Environ. Exp. Bot.** 138, p.c119–129, 2017.
- GOES, Geovana Ferreira *et al.* USO DE COBERTURA MORTA E ÁGUA SALINA NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO. **IRRIGA**, v. 1, n. 4, p. 730-738, 2021.
- GUO, Y. Y.; YU, H. Y.; KONG, D. S.; YAN, F.; ZHANG, Y. J. Effects of drought stress on growth and chlorophyll fluorescence of *Lycium ruthenicum* Murr. seedlings. **Photosynthetica**, v. 54, n. 4, p. 524-531, 2016.

IBIDHI, R.; SALEM, H. B. Water footprint and economic water productivity assessment of eight dairy cattle farms based on field measurement. **animal**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 180-189, 2020. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001526>

KOPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde**. Berlin, Walter de gruyterverlag, 1923.

LI, X., CAI, J., LIU, F., DAI, T., CAO, W., JIANG, D. Cold priming drives the subcellular antioxidant systems to protect photosynthetic electron transport against subsequent low temperature stress in winter wheat. **Plant Physiol. Biochem.** 82, p. 34–43, 2014.

LONE, RAFIQ; HASSAN, NOWSHEEN; BASHIR, BAIZA; ROHELA, GULAB KHAN; MALLA, NAZIR AHMAD. Role of growth elicitors and microbes in stress management and sustainable production of Sorghum. **Plant Stress**, 9, p. 1—15, 2023.

MASTRORILLI, MARCELLO; KATERJI, NADER; RANA, GIANFRANCO. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. **European Journal of Agronomy**, 11, p. 207–215, 1999.

MELO, A. S.; DIAS, V. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A. Physiology and yield of piel de sapo melon (*cucumis melo l.*) under water deficit in semi-arid region, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 36, n. 4, p. 1251-1260, 2020.

MONTEIRO, M. C. D.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J.; TABOSA, J. N.; OLIVEIRA, J.; REIS, O. V.; BASTOS, G. Q. Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3. n. 1. p. 52-61, 2004.

MONTESANO, F.; VAN IERSEL, M.; BOARI, F.; CANTORE, V.; D'AMATO, G.; PARENTE, A. Sensor-based irrigation management of soilless basil using a new smart irrigation system: Effects of set-point on plant physiological responses and crop performance. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.203, p.20-29, 2018.

MANTOAN, L. P. B. CORREIA, C. V.; RAINHO, C. A., ALMEIDA, L. F. R. Rapid dehydration induces long-term water deficit memory in sorghum seedlings: advantages and consequences. **Environmental and Experimental Botany**, 180, p. 01-10, 2020.

NEVES, D.M., DA H ALMEIDA, L.A., SANTANA-VIEIRA, D.D.S., FRESCHI, L., FERREIRA, C.F., DOS S SOARES FILHO, W., COSTA, M.G.C., MICHELI, F., COELHO FILHO, M.A., DA S GESTEIRA, A. Recurrent water deficit causes epigenetic and hormonal changes in citrus. **Plants. Sci.** v. 7, 2017.

QUEIROZ et al. **I Simpósio Sorgo na Alimentação Humana no Brasil: perspectivas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos), 2014, 91 p.

RAMOS JUNIOR, E. U.; MACHADO, R. A. F.; OLIBONE, D.; CASTOLDI, G.; RAMOS, B. M. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 47-56, 2013.

- ROCHA JÚNIOR, V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BRITO, A.F.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem: I. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, p.506-511, 2000.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- SILVA, S. S. et al. Production and quality of watermelon fruits under salinity management strategies and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 2923-2936, 2020.
- SOUSA, P. G. R.; CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, J. P. F.; CAMPELO, D. H. Características agronômicas do sorgo forrageiro submetido à lâminas de irrigação e cobertura morta no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, nº.8, p. 2239 - 2248, 2017.
- SOUSA, G. G., RODRIGUES, V. S., SALES, J. R. S. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3078-3089, 2018.
- SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOLTO, L. S.; SILVA SÁ, F. V.; PAIVA, E. P. BRITO, M. E. B.; MESQUITA, E. F. Crescimento e trocas gasosas do feijão caupi cv. Brs pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 796-805, 2016.
- TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, C. D. M.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; AZEVEDO NETO, A. D.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, p. 47-58, 2002.
- TEIXEIRA, P.C., DONAGEMMA, G.K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W.G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, Brasil, 3.ed. 2017, p. 573.
- TORRES, W. L. V; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G.G.; PEREIRA FILHO, J.V.; GOMES, K. R.; AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação e coberturas vegetais mortas no consórcio entre feijão-caupi e milho. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-16, 2020.
- WALTER, J., NAGY, L., HEIN, R., RASCHER, U., BEIERKUHNLIN, C., WILLNER, E., JENTSCH, A. Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses. **Environ. Exp. Bot.**, v. 71, p. 34–40, 2011.