

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DO SORGO SOB ESTRESSE SALINO EM SOLO COM COBERTURA MORTA VEGETAL

Girna dos Santos Oliveira¹, Geocleber Gomes de Sousa², Thales Vinicius de Araújo Viana³, Tamires da Conceição Mendes Semedo⁴, Paulo Bumba Chiumbua Cambissa⁴, Silas Primola Gomes⁵

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produtividade da cultura do sorgo sob estresse salino em diferentes estratégias de cobertura vegetal morta. O experimento foi conduzido em condições de campo na UNILAB, Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2, referentes às estratégias do uso de cobertura vegetal morta - EC1: cobertura durante todo o ciclo; EC2: sem cobertura durante todo o ciclo; EC3: cobertura durante a fase de crescimento 1; EC4: cobertura durante a fase de crescimento 2; EC5: cobertura durante a fase de crescimento 3; versus dois níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,8 dS m⁻¹ e 6,0 dS m⁻¹), com 4 repetições. O cultivo do sorgo em solo com cobertura durante todo o ciclo e sem cobertura durante todo o ciclo proporciona maior massa e comprimento de panícula. O uso da cobertura vegetal morta durante todo o ciclo irrigada com água de maior salinidade e durante o início do aparecimento da panícula até o florescimento com água de menor salinidade evidenciaram maior produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* L., salinidade, proteção do solo.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SORGHUM CULTURE UNDER SALINE STRESS IN SOIL WITH PLANT COVER

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the productivity of sorghum crop under salt stress in different strategies of vegetative mulching. The experiment was

¹ Graduada em Agronomia, Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CEP 60356-001, Fortaleza, CE. Fone (85) 984163839. e-mail: girnaoliveiraa@gmail.com

² Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁴ Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

⁵ Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

conducted under field conditions at UNILAB, Redenção, Ceará. The experimental design used was randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, referring to strategies for the use of mulch - EC1: cover during the whole cycle; EC2: no cover during the whole cycle; EC3: cover during growth phase 1; EC4: cover during growth phase 2; EC5: cover during growth phase 3; versus two levels of water electrical conductivity - CEa (0.8 dS m^{-1} and 6.0 dS m^{-1}), with 4 repetitions. The cultivation of sorghum in soil with mulch during the entire cycle and without mulch during the entire cycle provides greater mass and panicle length. The use of mulching during the whole cycle irrigated with water of higher salinity and during the beginning of panicle emergence until flowering with water of lower salinity showed higher productivity.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor* L., salinity, soil protection.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea com provável origem na África, embora existam evidências de que a África e a Índia sejam duas regiões de dispersão. Por ser uma planta de região tropical e de metabolismo C4, o sorgo possui adaptação a ambientes com elevada radiação solar e responde com altas taxas fotossintéticas (VENKATESWARAN et al., 2018).

No semiárido do Brasil a irrigação é uma prática indispensável, entretanto, a grande maioria das fontes hídricas disponíveis apresentam um elevado teor de sais (FERNANDES et al., 2016). Os sais contidos na água de irrigação trazem consequências nas relações solo-água-planta, afetando as atividades fisiológicas e o potencial produtivo das culturas (SOUSA et al., 2018).

Algumas estratégias vêm sendo estudadas com objetivo de mitigar os efeitos da salinidade, entre elas a cobertura morta vegetal. Essa prática conservacionista atua no solo como agente isolante, impedindo oscilações bruscas de temperatura e pode contribuir para aumentar o intervalo entre as irrigações por reter a água no solo e mantê-lo úmido por mais tempo, evitando assim um incremento maior da concentração de sais para zona radicular das plantas (CARVALHO et al., 2018). Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produtividade da cultura do sorgo sob estresse salino em diferentes estratégias de cobertura vegetal morta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo de julho a outubro de 2021, na área experimental pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus da Liberdade, Redenção, Ceará. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1993), é do tipo Aw', tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono. Para verificar as características químicas do solo antes da aplicação dos tratamentos, amostras foram coletadas a 0-20 cm de profundidade na área experimental (Tabela 1) seguindo a metodologia recomendada por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Caracterização química do solo.

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 5x2, referente às estratégias com uso de cobertura vegetal morta, sendo elas EC1: com cobertura morta durante todo o ciclo; EC2: sem cobertura morta durante todo o ciclo; EC3: com cobertura morta durante a fase de crescimento 1, que compreende da emergência até a iniciação da panícula; EC4: com cobertura morta durante a fase de crescimento 2, da iniciação da panícula até o florescimento; EC5: com cobertura morta durante a fase de crescimento 3, que compreende do florescimento até a maturidade fisiológica; versus dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (A1 – 0,8 dS m⁻¹ e A2 - 6,0 dS m⁻¹), com quatro repetições. A adubação com NPK de 60-70-80 kg⁻¹, respectivamente, foi realizada seguindo as recomendações de Fernandes et al. (1993). As fontes de fertilizantes utilizadas foram ureia (45% de N), superfosfato simples (18% de P) e cloreto de potássio (62% de K).

A semeadura foi realizada manualmente com sementes de sorgo granífero da variedade Al Precioso. As sementes de sorgo foram distribuídas em metro linear com espaçamento de 0,8 x 0,05 m. O desbaste foi realizado aos dez dias após a semeadura (DAS), deixando 15 plantas em cada parcela experimental, sendo iniciado nesse mesmo período a diferenciação dos tratamentos com água salobra. O material utilizado como cobertura morta vegetal foi proveniente de restos de plantas daninhas que foram secas naturalmente e colocada numa camada de 10 cm em cada tratamento.

A água de menor salinidade (0,8 dS m⁻¹) foi proveniente da água de abastecimento do local do experimento. Já para o preparo da água salobra com condutividade elétrica de 6,0 dS

m^{-1} foram utilizados os sais solúveis NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ na proporção de 7:2:1 entre Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , (RHOADES et al., 2000), obedecendo a relação entre CEa e sua concentração molar ($mmolc L^{-1} = CE \times 10$) (RICHARDS, 1954).

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 de acordo com as fases de desenvolvimento 0,4; 0,8; 1,15; 0,8 e 0,55 para as fases inicial, desenvolvimento, floração, final e colheita, respectivamente (DOORENBOS & KASSAM, 1994), e evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método do tanque classe A, com um turno de rega de 2 dias, e com coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de aproximadamente 92%. Para a lâmina aplicada acrescentou-se uma fração de lixiviação de 0,15 nos dois níveis de salinidade da água de irrigação, conforme Ayers & Westcot (1999).

Aos 90 DAS para avaliar o efeito da salinidade nas diferentes estratégias de cobertura vegetal morta foram coletadas 5 plantas da área útil por tratamento e analisadas as seguintes variáveis: massa da panícula (MP) e de mil grãos (MMG), com o auxílio de uma balança analítica, comprimento da panícula (CP), mensurada com um paquímetro digital em cm, número de grãos por panícula (NGP) e a produtividade (PROD), expressa em $kg ha^{-1}$.

Para avaliar a normalidade, os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$). Após verificação da normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software Assistat 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), não houve efeito significativo para a MMG, porém houve efeito isolado ao nível de significância de 1% de probabilidade para estratégias de cobertura morta vegetal para massa da panícula, comprimento da panícula e o número de grãos por panícula. Já para a variável produtividade houve interação entre os fatores estudados (estratégias de uso de cobertura morta vegetal e condutividade elétrica da água de irrigação) ao nível de significância de 5%.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) massa da panícula (MP), comprimento da panícula (CP), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por panícula (NGP) e produtividade (PROD).

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		MP	CP	MMG	NGP	PROD
EC	4	269.02**	7.66670**	0.14200 ^{ns}	303272.27355**	2963792.57637**
CEa	1	27.46 ^{ns}	0.26244 ^{ns}	0.07500 ^{ns}	89279.82144 ^{ns}	25392.07529*
EC x CEa	4	27.46 ^{ns}	2.10043 ^{ns}	0.07500 ^{ns}	47506.72873 ^{ns}	218882.53936*
Resíduo	27	2.137.756	152.023	0.16033	42586.04769	71743.84962
CV%	-	18,72	6,5	19,34	17,28	10.19

FV: Fonte de variação, GL: Grau de liberdade, CV (%): Coeficiente de variação, EC = Estratégias de uso da cobertura morta vegetal, CEa – Condutividade elétrica da água *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

Para a massa da panícula (Figura 1) os maiores valores médios foram constatados nas estratégias EC1 e EC2, com 26,8 e 33,3 g, respectivamente. Esse resultado pode estar associado ao efeito da densidade de plantio deste estudo. Possivelmente as folhas da cultura do sorgo por promover um sombreamento ao solo pode ter contribuído para uma mitigação da perda de água por evaporação e conseqüentemente maior desempenho na massa de panícula

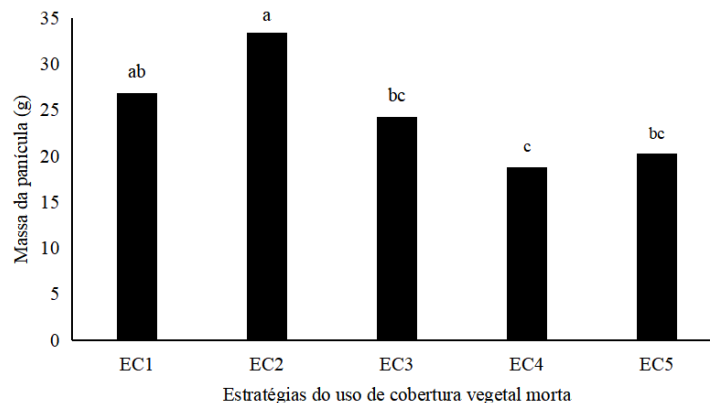


Figura 1. Massa da panícula de plantas de sorgo sob estratégias do uso de cobertura vegetal morta (EC1 - uso da cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC2 - sem cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC3 - uso da cobertura vegetal morta até a iniciação da panícula; EC4 - uso da cobertura vegetal morta da iniciação da panícula até o florescimento; EC5 - uso da cobertura vegetal morta do florescimento até a maturidade fisiológica). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Em trabalho realizado na cultura do milho, Goes et al. (2021) também não observaram diferença entre as estratégias com e sem cobertura morta vegetal durante todo o ciclo da cultura para a massa da espiga. Similarmente, Favarato et al. (2016) ao utilizar cobertura do solo na cultura do milho, os autores não observaram diferenças para a variável massa de espigas comerciais entre os tratamentos com e sem coberturas de solo. Em contrapartida, Costa et al. (2021) obtiveram um acréscimo para a massa da espiga quando submetidas à presença da cobertura vegetal em relação ao tratamento sem proteção vegetal no solo para a cultura do milho.

Observa-se na Figura 2 que os tratamentos EC1, EC2, EC3 e EC4 não diferem estatisticamente entre si, porém são superiores ao EC5 para o comprimento da panícula. Esse resultado revela que a cobertura vegetal morta, possivelmente, tenha contribuído com suas funções físicas de armazenamento de água no solo, como reportam Maia Júnior et al. (2020).

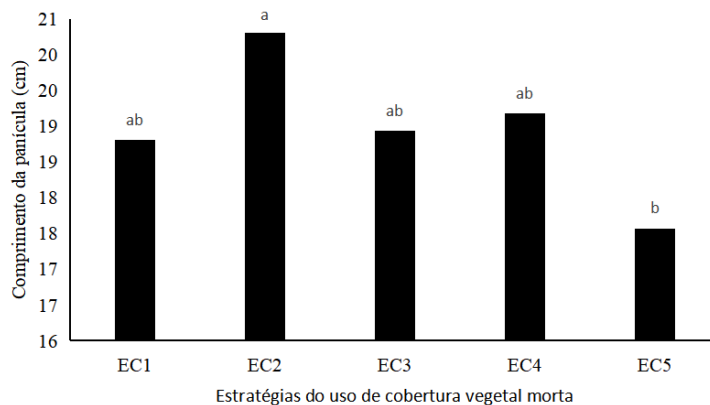


Figura 2. Comprimento da panícula de plantas de sorgo sob estratégias do uso de cobertura vegetal morta (EC1 - uso da cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC2 - sem cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC3 - uso da cobertura vegetal morta até a iniciação da panícula; EC4 - uso da cobertura vegetal morta da iniciação da panícula até o florescimento; EC5 - uso da cobertura vegetal morta do florescimento até a maturidade fisiológica). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Em trabalho realizado na cultura do milho, Torres et al. (2019) descrevem que a redução no comprimento de espigas pode estar relacionada com a redução de fotoassimilados disponíveis às plantas, no qual ocorre menor translocação de nutrientes para a formação de espigas e como consequência, afeta o seu comprimento. Resultados contrastantes foram encontrados por Costa et al. (2021) na cultura do milho. Esses mesmos autores não observaram um maior desempenho no comprimento da espiga no tratamento submetido a cobertura vegetal morta durante todo o ciclo em relação ao tratamento na ausência da cobertura vegetal.

Para a variável número de grãos por panícula (Figura 3), a estratégia de cobertura EC2 e EC3 foram superiores estatisticamente às demais estratégias. Resultados similares foram encontrados por Lyra et al. (2010) ao avaliar o conteúdo de água no solo em cultivo do milho sem e com cobertura morta. A cobertura morta intercepta e armazena parte da água podendo essa ser perdida diretamente para a atmosfera por evaporação ou escoar para o solo em condições de saturação, porém quando a quantidade de água que chega à cobertura não é o suficiente para saturar, esta é evaporada e não é escoada para o solo. O presente experimento foi conduzido em meses que registraram temperatura máxima de até 40°C no dia, isso permitiu rápida evaporação da água da cobertura impedido de ser escoada e infiltrada no solo e dessa forma a cobertura morta não desempenhou a sua função no solo.

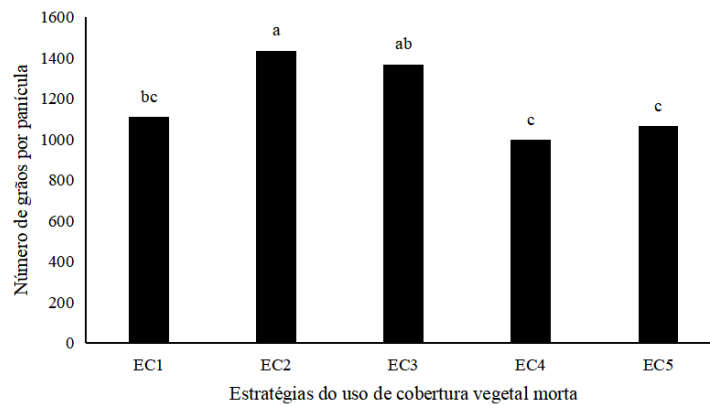


Figura 3. Número de grãos por panícula de plantas de sorgo sob estratégias do uso de cobertura vegetal morta (EC1 - uso da cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC2 - sem cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC3 - uso da cobertura vegetal morta até a iniciação da panícula; EC4 - uso da cobertura vegetal morta da iniciação da panícula até o florescimento; EC5 - uso da cobertura vegetal morta do florescimento até a maturidade fisiológica). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

A redução no número de grãos nas estratégias EC4 e EC5 pode estar associada a menor absorção de nutrientes, como também observado para o comprimento da panícula. A interferência ou redução na absorção de nutrientes pela planta pode ocasionar em menor número de grãos por panícula. Borges et al. (2016) avaliando o acúmulo de macronutrientes em sorgo granífero observaram que o K é o nutriente mais acumulado pelo sorgo e nas fases reprodutivas há translocação deste nutriente para as fases reprodutivas da cultura.

A maior produtividade foi obtida na estratégia de cobertura EC2, porém não houve diferença significativa entre águas de irrigação, entretanto em termos numéricos a água de maior salinidade apresentou valor médio de 3.466 kg ha^{-1} e a de menor salinidade 3.437 kg ha^{-1} (Figura 4). Já a EC1 foi observada diferença entre os dois níveis de condutividade elétrica, no qual a água de maior salinidade proporcionou maior rendimento na cultura do sorgo com produtividade média de 3.166 kg ha^{-1} em relação à água de menor salinidade com produtividade de 2.740 kg ha^{-1} . No entanto, para EC4 a água de menor salinidade apresentou maior produtividade, com média de 2.258 kg ha^{-1} e a água de maior salinidade apresentou produtividade média de 1.859 kg ha^{-1} .

Solos sem cobertura vegetal têm a sua superfície mais exposta à evaporação das partículas de água no solo (MAIA JÚNIOR et al., 2020). Entretanto, foi observado menor produtividade das plantas que receberam a cobertura vegetal morta em relação ao tratamento que não possui o material vegetal durante todo o ciclo. Segundo Pacheco et al. (2021), o efeito da cobertura na produtividade do sorgo pode estar relacionado à possibilidade de liberação de substâncias alelopáticas da palhada utilizada que provocou redução no potencial produtivo da cultura.

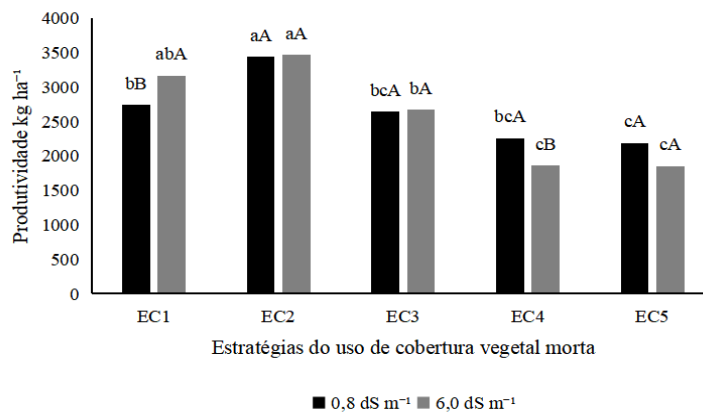


Figura 4. Produtividade de plantas de sorgo sob estratégias do uso de cobertura vegetal morta (EC1 - uso da cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC2 - sem cobertura vegetal morta durante todo o ciclo; EC3 - uso da cobertura vegetal morta até a iniciação da panícula; EC4 - uso da cobertura vegetal morta da iniciação da panícula até o florescimento; EC5 - uso da cobertura vegetal morta do florescimento até a maturidade fisiológica) e diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,8 e 6,0 dS m⁻¹). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para o uso da cobertura vegetal morta e letras maiúsculas para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As produtividades observadas na EC2, para os dois níveis de condutividade elétrica da água, e na EC1, para a água de maior condutividade elétrica, estão acima da média nacional 2.843 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021). A cultura do sorgo consegue reter íons e compartimentalizá-los em diferentes partes da planta buscando reduzir os efeitos deletérios dos sais, revelando a possibilidade de utilizar água com nível salino acima da salinidade limiar da cultura. (SOUSA et al., 2018).

Resultado semelhante ao desse estudo foram reportados por Rodrigues et al. (2020) na cultura do milho. Esses mesmos autores relataram que o aumento da salinidade da água de irrigação em solo sem cobertura morta vegetal afetou negativamente o rendimento de grãos, como destacado no nosso estudo para as estratégias EC4 e EC5. Costa et al. (2021) ao cultivar milho em solo com cobertura morta vegetal inserida na fase reprodutiva e irrigada com água de menor salinidade, também encontraram maior produtividade comparado ao tratamento com água de maior salinidade. Segundo Vieira et al. (2020) a cobertura morta promove melhor aproveitamento do conteúdo de água no solo pelas plantas em decorrência da menor evaporação de água.

CONCLUSÕES

O cultivo do sorgo com e sem cobertura vegetal morta durante todo o ciclo proporciona maior massa e comprimento da panícula. O uso da cobertura vegetal durante todo o ciclo

irrigada com água de maior condutividade elétrica e durante o início do aparecimento da panícula até o florescimento com água de menor salinidade evidenciaram maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1999). **A qualidade da água na agricultura**. Roma: FAO, 1994. 306 p.

CARVALHO, D. F.; RIBEIRO, E. C.; GOMES, D. P. Produtividade comercial da cebola sob diferentes lâminas de irrigação, com e sem cobertura morta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 107-112, 2018.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2020/2021**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: dez. 2021.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1994. 306 p. (FAO Irrigação e Drenagem, 33).

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; GUARÇONI, R. G. Efeitos múltiplos da cobertura morta do solo em cultivo orgânico de cenoura. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 7, n. 2, p 24-30, 2017.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYE, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Halofitismo e agricultura biossalina. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; RAJ GHEYI, HANS et al. **Manejo da salinidade na agricultura estudos básicos e aplicados**. 2016. ISBN 978-85-420-0948-4

FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, p. 248, 1993.

GOES, G. F.; SOUSA, G. G. S.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D.; LACERDA, C. F.; NOGUEIRA, R. S. Uso de cobertura morta e água salina na produtividade da cultura do milho.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; PORTO FILHO, F. Q.; GUEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 292-295, 2021.

RODRIGUES, V. S.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, G. G.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; VIANA, T. V. A. Produtividade da cultura do milho irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 101-105, 2020.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; COSTA, R. N. T.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. **Revista brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2315-2326, 2018.

VENKATESWARAN, K. E. M.; SIVARAJ, N. Origem, domesticação e difusão de *Sorghum bicolor*. In: **Criação de sorgo para diversos usos finais**. Woodhead Publishing, 2019. p. 15-31.

VIEIRA, F. F.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D.; DALCHIAVON, F. C.; DANIEL, D. F. Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho. **Científica**, v. 48, n. 3, p. 188-199, 2020.