

USO DE COBERTURA MORTA E ÁGUA SALINA NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO

GEOVANA FERREIRA GOES¹, GEOCLEBER GOMES DE SOUSA², CARLA INGRYD NOJOSA LESSA³, FRED DENILSON BARBOSA DA SILVA², CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA⁴, RAFAELLA DA SILVA NOGUEIRA²

¹Graduanda no curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Avenida da Abolição, 3, centro, 62.790-000, Redenção/Ce, Brasil). E-mail: ggoes64@gmail.com

²Professores Doutores, Instituto de Desenvolvimento Rural, Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Avenida da Abolição, 3, centro, 62.790-000, Redenção/Ce, Brasil). E-mail: sousagg@unilab.edu.br; freddenilson@unilab.edu.br; rafaellanogueira@unilab.edu.br

³Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici (Avenida Mister Hull, 2977, Pici, 60.021-970, Fortaleza/Ce, Brasil) Email: ingyrdnojosal@gmail.com

⁴Professor Doutor, DENA/Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici (Avenida Mister Hull, 2977, Pici, 60.021-970, Fortaleza/Ce, Brasil) Email: cfeitosa@ufc.br

1 RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade da cultura do milho irrigado com água de maior e menor salinidade em solo com e sem cobertura morta vegetal. A pesquisa foi realizada em campo, na Fazenda experimental da UNILAB, Redenção-CE. O delineamento experimental foi em bloco casualizado, em esquema fatorial 6×2 , referente a seis estratégias de uso de cobertura morta vegetal: EC1= sem cobertura morta durante todo o ciclo - testemunha; EC2= com cobertura morta durante todo o ciclo; EC3= com cobertura morta até 45 dias após a semeadura (DAS) e sem cobertura morta até o final do ciclo; EC4= sem cobertura morta até aos 45 DAS e com cobertura morta até o final do ciclo; EC5= com cobertura morta até 60 DAS e sem cobertura morta até o final do ciclo e EC6= sem cobertura morta até 60 e com cobertura morta até o final do ciclo e duas condutividade elétrica da água de irrigação ($A1=0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e $A2=3,0 \text{ dS m}^{-1}$), em cinco repetições. Foram analisadas as seguintes variáveis: massa de espiga com e sem palha, de 1000 grãos e a produtividade. O uso da estratégia EC3 possibilitou aumento para massa da espiga com e sem palha e 1000 grãos. A salinidade da água de irrigação foi atenuada pela estratégia EC3 para massa da espiga com e sem palha. As estratégias EC3 e EC5 apresentaram maior produtividade com água de baixa salinidade e com água de maior salinidade quando utilizou-se a estratégia EC3.

Palavras-chave: salinidade, proteção do solo, *Zea mays* L.

GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B.; LACERDA, C. F.; NOGUEIRA, R. S.

USE OF DEAD COVERAGE AND SALINE WATER IN THE PRODUCTIVITY OF CORN CROP

2 ABSTRACT

This work aimed to evaluate the productivity of the corn crop irrigated with water of greater and lesser salinity in soils with and without mulch. The research was carried out in the field, at the experimental farm at UNILAB, Redenção-CE. The experimental design was a randomized block, in a 6×2 factorial scheme, referring to six strategies for using vegetable mulch: EC1= no mulch throughout the cycle - control; EC2= with mulch throughout the cycle; EC3= with mulch up to 45 days after sowing (DAS) and without mulch until the end of the cycle; EC4= no mulch up to 45 DAS and with mulch until the end of the cycle; EC5= with mulch up to 60 DAS and without mulch until the end of the cycle and EC6= without mulch up to 60 and with mulch until the end of the cycle and two electrical conductivity of the irrigation water ($A1=0.8 \text{ dS m}^{-1}$ and $A2=3.0 \text{ dS m}^{-1}$) in five repetitions. The following variables were analyzed: ear mass with and without straw, 1000 grains and yield. The use of the EC3 strategy allowed an increase in ear mass with and without straw and 1000 grains. The salinity of the irrigation water was attenuated by the EC3 strategy for ear mass with and without straw. Strategies EC3 and EC5 showed higher yields with low salinity water and high salinity water when the EC3 strategy was used.

Keywords: salinity, soil protection, *Zea mays* L.

3 INTRODUÇÃO

Pertencente à família das poaceas, o milho (*Zea mays* L.) é originário da América Central e é cultivado em praticamente todas as regiões do mundo, adaptando-se nos hemisférios norte e sul (LOPES et al., 2019). No Brasil, a cultura é semeada em todos os estados ao longo do ano, favorecendo o país no ranking como segundo maior produtor e exportador mundial do milho (CONAB, 2021).

No Nordeste brasileiro é comum encontrar águas com elevadas condutividades elétricas, bem como solos salinos. Isso se dá principalmente pelo material de origem, com também pelo desequilíbrio que ocorre entre a evapotranspiração, que é elevada e a baixa precipitação (HOLANDA et al., 2016). Entre os efeitos negativos causados pelos sais, ressalta-se o fechamento dos estômatos foliares e a redução na transpiração, e, conseqüentemente, diminuição na absorção de água e nutrientes pelas plantas (DIAS et al., 2017).

A utilização de cobertura morta vegetal é uma prática conservacionista promissora devido ao aumento do armazenamento de água no solo e rendimento das safras, favorecendo a redução da temperatura do solo e perdas por evaporação e mitigar o efeito dos sais às plantas (CARVALHO et al., 2018; COSTA et al., 2021).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com água de alta e baixa salinidade e diferentes estratégias de cobertura morta vegetal no cultivo do milho.

4 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na fazenda experimental Piroás pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/UNILAB, situada em Redenção, Ceará. O clima da região é do tipo Aw' , sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho

Amarelo (EMBRAPA, 2018). Os atributos químicos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características física e química do solo

Características	Valores
MO (g kg ⁻¹)	15,62
N (g kg ⁻¹)	0,98
P (mg kg ⁻¹)	15
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,6
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	6
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,9
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,23
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,31
Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,2
SB (cmol _c kg ⁻¹)	8,3
CEes (dS m ⁻¹)	0,31
pH	6,6

MO=matéria orgânica, SB= soma de bases, CTC=capacidade de troca de cátions, V= saturação de bases e CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. **Fonte:** Autores (2021)

A cultura do milho (*Zea mays* L.) foi semeada manualmente em agosto de 2020, com 4 sementes por cova, no espaçamento de 1,0 x 0,3 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 6 x 2 com quatro repetições, sendo o primeiro fator a salinidade das águas de irrigação sendo A1 = 0,8 dS m⁻¹ e A2 = 3,0 dS m⁻¹) e o segundo fator as estratégias de cobertura morta, onde EC1 = sem cobertura durante todo o ciclo; EC2 = com cobertura durante todo o ciclo; EC3 = com cobertura até os 45 dias após a semeadura; EC4 = sem cobertura até os 45 dias após a semeadura; EC5 = com cobertura até os 65 dias após a semeadura e EC6 = sem cobertura até 65 dias após a semeadura.

O sistema de irrigação utilizado foi de gotejamento. A vazão do emissor foi de 8,0 L h⁻¹. A quantidade de água aplicada foi calculada com base no coeficiente da cultura (Kc) (DOORENBOS; KASSAM, 1994), e evapotranspiração de referência (ETo)

estimada pelo método do tanque classe A, instalado próximo a área experimental, com um turno de rega de 2 dias. A água salina foi preparada utilizando os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, em água não salina (0,8 dS m⁻¹), seguindo a relação entre a CEa e sua concentração (mmolc L⁻¹ = CE x 10), conforme Rhoades et al. (2000).

Para a irrigação foram utilizados gotejadores com uma vazão de 8 L h⁻¹, espaçados a 0,30 m, e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de aproximadamente 92%.

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

$$T_i = \frac{ET_c \times E_p}{E_a \times q} \times 60 \quad (1)$$

Em que:

Ti - tempo de irrigação (min);

ETc - evapotranspiração da cultura (mm);

Ep - espaçamento entre gotejadores;

Ea - eficiência de aplicação (0,9); e,
q - vazão ($L h^{-1}$).

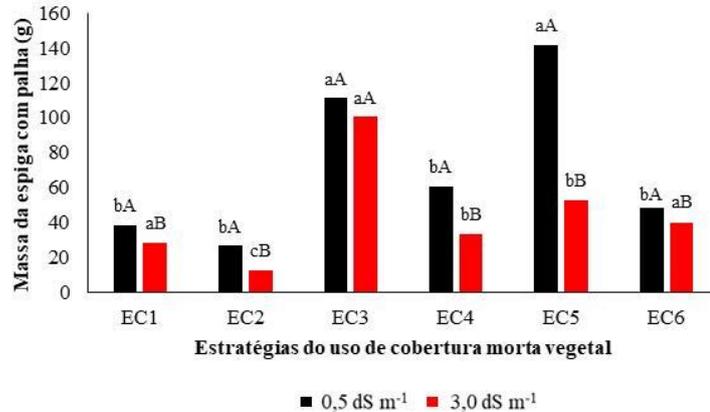
Para a lâmina a ser aplicada acrescentou-se uma fração de lixiviação de 0,15 (AYERS; WESTCOT 1999).

Ao final do ciclo da cultura foram colhidas seis plantas de milho de cada parcela útil, identificadas e postas para secar. Posteriormente foram avaliadas as seguintes variáveis: massa de espiga com palha – MECP, massa da espiga sem palha – MESP, massa de 1.000 grãos – MG1.000 (com o auxílio de uma balança analítica, expressa em gramas) e a produtividade – PROD. Os dados foram submetidos a análise de variância e após verificar significância foi realizado o teste de comparação de média de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa ASSISTAT 7.7 BETA (SILVA; AZEVEDO 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na figura 1, que a massa da espiga com palha foi influenciada pelos fatores estudados (água de irrigação e cobertura morta). O uso da estratégia EC5 com água de menor salinidade proporcionou maior massa de espiga com palha em relação a água de maior salinidade. Nesse período ocorre a floração, ou seja, possivelmente o sódio presente na água de irrigação provocou efeito antagônico com o magnésio e conseqüentemente afetou a disponibilidade do fósforo para a planta, ou seja, reduziu a maturação e produção de grãos e conseqüentemente menor rendimento de massa (RODRIGUÊS et al., 2021; SOUSA et al., 2022).

Figura 1. Massa da espiga com palha da cultura do milho irrigado com água de alta e baixa salinidade sob diferentes estratégias do uso de cobertura morta vegetal.



Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de estratégias de cobertura, ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores (2021)

Quanto ao uso de água de maior salinidade, a EC3 evidenciou estatisticamente similaridade com a água de menor salinidade, porém apresenta maiores valores em relação as demais estratégias. A permanência da cobertura morta nesse período (polinização) mitigou o estresse salino. Costa et al. (2008) afirmam que o uso

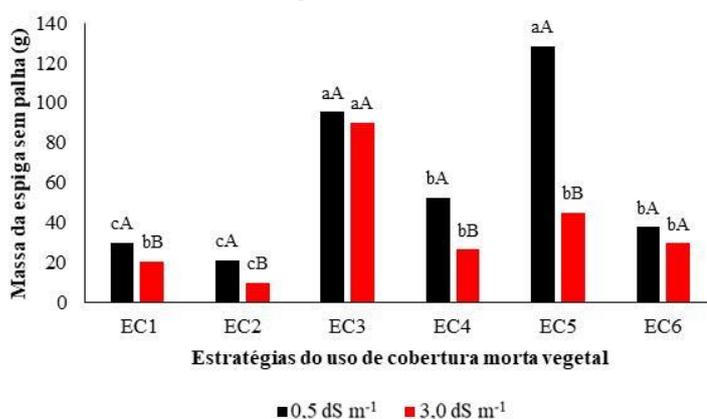
da cobertura morta vegetal como proteção do solo, possibilita redução na evaporação da água durante a irrigação, prevenindo a ocorrência da precipitação dos sais solúveis na zona radicular, atenuando os seus efeitos para com o desenvolvimento e conseqüentemente para produção da cultura do milho.

Resultados divergentes ao do presente trabalho foram encontrados por Costa et al. (2021) trabalhando com a cultura do milho em função da salinidade e da cobertura morta vegetal, ocorrendo efeito isolado para a massa de espiga com palha, ou seja, a cobertura de solo não mitigou os efeitos dos sais para a planta.

Ao analisar a figura 2, percebe-se que houve interação entre os fatores água de

irrigação e cobertura morta vegetal. A estratégia EC3 se mostra superior as demais nos dois níveis de salinidade, enquanto a EC5 apenas para água de menor salinidade, mostrando que a permanência de cobertura morta vegetal é mais eficiente aos 45 DAS quando comparado com a estratégia EC5, que refere-se aos 65 DAS.

Figura 2. Massa da espiga sem palha da cultura do milho irrigado com água de alta e baixa salinidade sob diferentes estratégias do uso de cobertura morta vegetal.



Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de estratégias de cobertura, ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores (2021)

Sousa et al. (2022) também registraram redução na massa da espiga sem palha quando irrigada com água de alta salinidade em comparação com baixa salinidade água. Esse efeito pode ser explicado pelo fato de que a salinidade pode acarretar diversos efeitos, de forma individual ou simultâneo da água, osmótico e estresses nutricionais à cultura durante seu crescimento, causando distúrbios fisiológicos que levam à diminuição da produção (NAZÁRIO et al., 2013).

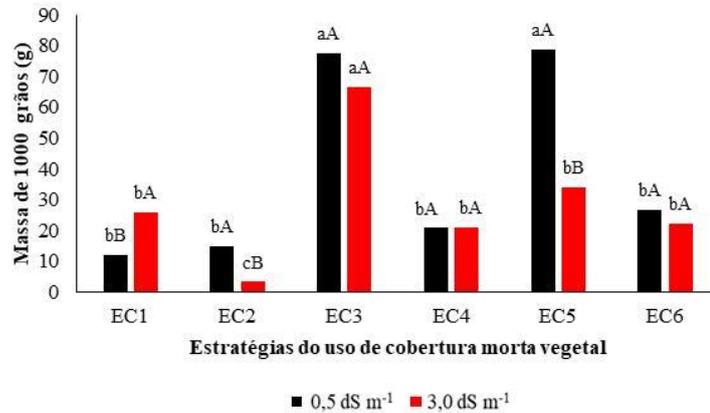
De forma similar Canjá et al. (2021) obtiveram resultados promissores para essa mesma variável na cultura do amendoim. Esses mesmos autores concluíram que a estratégia de usar cobertura morta minimizou os efeitos deletérios da salinidade na zona radicular, amenizando os impactos

do estresse salino durante o enchimento de grãos.

Para a massa de 1000 grãos (figura 3), os intervalos que apresentaram maior desenvoltura foram o EC3, com 77,6 g quando irrigado com água de menor salinidade e 66,7g para água com maior condutividade elétrica, não diferindo estatisticamente da estratégia EC5 com seu valor máximo (78,7g) com a água de irrigação 0,5 dS m⁻¹. A utilização da cobertura morta até 45 DAS (EC3), propiciou a cultura um maior rendimento de grão mesmo sob estresse salino. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a prática conservacionista de cobertura do solo pode mitigar o estresse salino, uma vez que essa prática tende a aumentar o armazenamento de água no solo e aumentar a produtividade das lavouras

(COSTA et al., 2021; GADELHA et al., 2021).

Figura 3. Massa de 1.000 grãos de milho irrigado com água de alta e baixa salinidade sob diferentes estratégias do uso de cobertura morta vegetal.



Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de estratégias de cobertura, ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

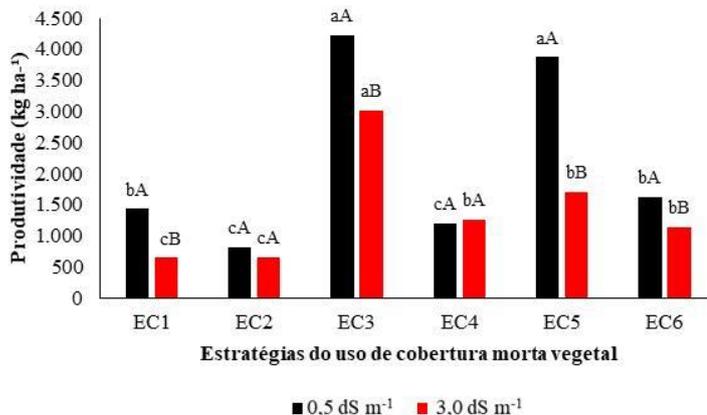
Fonte: Autores (2021)

Tendência similar foram encontradas por Carvalho et al. (2019) estudando a cultura do milho sob distintas condições de cobertura do solo, em que a prática conservacionista possibilitou o aumento em todas as variáveis analisadas. A salinidade também acarreta prejuízo para cultura como demonstram os resultados encontrados por Costa et al. (2021), onde houve um decréscimo na massa de 1.000 grãos.

Observando a figura 4, é perceptível a interação dos fatores água de irrigação e

estratégias de cobertura morta. A estratégia EC3 e EC5 se mostram superiores às outras estratégias com rendimento de 4.220 kg ha^{-1} e 3.872 kg ha^{-1} , respectivamente. Em relação a água de maior salinidade, a estratégia EC3 totalizou uma produtividade de 3.016 kg ha^{-1} . Melo Filho et al. (2017) relatam que a cobertura do solo reduz a evaporação da água disponível às plantas, evitando o aumento na concentração de sais próximo à zona das raízes das plantas.

Figura 4. Produtividade do milho irrigado com água de alta e baixa salinidade sob diferentes estratégias do uso de cobertura morta vegetal.



Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas em um mesmo nível de estratégias de cobertura, ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Autores (2021)

A produtividade média encontrada nesse estudo está acima do rendimento médio de grãos do Ceará (1.232 kg ha^{-1}) e abaixo da média nacional (5.543 kg ha^{-1}) (CONAB, 2021). Resultados similares ao do presente estudo foram reportados por Costa et al. (2021) trabalhando com a mesma cultura, onde a irrigação com água de menor salinidade na presença de cobertura morta forneceu o maior rendimento de grãos (2.100 kg ha^{-1}). Feng et al. (2017) também registraram tendência semelhante ao cultivar milho com água de maior salinidade.

6 CONCLUSÃO

O uso da estratégia com cobertura morta até 45 DAS e sem cobertura morta até o final do ciclo da cultura possibilitou aumento para massa da espiga com e sem palha e 1000grãos.

A salinidade da água de irrigação foi atenuada pela estratégia com cobertura morta até 45 DAS para massa da espiga com e sem palha.

As estratégias com cobertura morta até 45 DAS e com cobertura morta até 60 DAS apresentaram maior produtividade com água de baixa salinidade. E com água de alta salinidade quando utilizou-se a estratégia com cobertura morta até 45 DAS.

7 REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1999). **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno F. A. V., 1999. 153P. (Estuods FAO: Irrigation and Drainage Paper, 29 Revisado 1).

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**, Brasília, DF, v.10, n. 12, p. 1-12, jun. 2021. Safra 2021/2022, Nono levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 01 jan. 2022.

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, A. A.; MONTENEGRO, A. A. de A.; ASSIS, F. M. V. de; TABOSA, J. N.; CAVALCANTI, R. Q.; ALMEIDA, T. A.B. Spatial dependence of attributes of rainfed maize under distinct soil cover conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 23, ed. 1, p. 33-39, 2019.

CARVALHO, D. F. DE; 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**, Campina Grande, 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. Maize crop yield in function of salinity and mulch1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 25, n. 12, p. 840-846, 2021.

COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R.; HOLANDA, J. S. Crescimento e desenvolvimento do amaranto (*Amaranthus spp.*) sob estresse salino e cobertura morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 43-48, 2008.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; GHEY, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, J. B. dos. Emergence, growth and production of sesame under salt stress and proportions of nitrate and ammonium. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 1983-2125, 2017.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 2018. 353 p.

FENG, G.; ZHANG, Z.; WAN, C.; LU, P.; BAKOUR, A. Effects of saline water irrigation on soil salinity and yield of summer maize (*Zea mays* L.) in subsurface drainage system. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.193, p.205-213, 2017.

GADELHA, B. B.; FREIRE, M. H. C.; SOUSA, H. C.; COSTA, F. H. R.; LESSA, C. I. N.; SOUSA, G. G. Growth and yield of beet irrigated with saline water in different types of vegetable mulching, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.25, n.12, p.847-852, 2021.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F.V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016 V.2, p. 35-50.

KOPPEN, Wladimir.; **Die Klimate der Erde**. Berlin: W. Guyter, 1923. 369p.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P.; Identificação da influência da pluviometria no rendimento do milho no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.13, n. 5, p.3610-3618, 2019.

MELO FILHO, J. S. DE; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. DE S.; SILVA, T. I. DA; GONÇALVES, A. C. DE M.; DIAS, T. J. Hydric salinity, bovine biofertilizer and dead cover vegetal on production of pitombeira (*Talisia esculenta*). **Scientia Agraria**, Marechal Cândido Rondon, v.18, p.131-145, 2017.

NAZÁRIO, A. A.; BESTETE, L. DE O.; GARCIA, G. DE O.; REIS, E. F. DOS; CECÍLIO, R. A. Desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.10, p.117-130, 2013.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola**. Estudos FAO 48, 2000. 117p.

RODRIGUES, V. S.; SOUSA, G. G.; SOARES, S. C.; LEITE, K. N.; CEITA, E. A. R.; SOUSA, J. T. M. Gas exchanges and mineral content of corn crops irrigated with saline water. **Revista Ceres**, Viçosa, V. 68, N.5, P. 453-459, 2021.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal and Agriculture Research**, Nigéria, v. 11, n. 39, p.3733-3740, 2016.

SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; SANTOS, M. F.; LESSA, C. I. N. L.; GOMES, S. P. Saline water and nitrogen fertilization on leaf composition and yield of corn. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 1, p. 191 – 198, 2022.