



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS POMBAL - PB**

**CULTIVO DO SORGO SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO E
TURNO DE REGA**

WALACE RUAN NOBRE PEREIRA

POMBAL-PB

2023

WALACE RUAN NOBRE PEREIRA

**CULTIVO DO SORGO SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO E
TURNO DE REGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia da
Universidade Federal de Campina Grande, Campus
Pombal, como um dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Lauter Silva Souto

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Sérgio Araújo dos
Santos

**POMBAL – PB
2023**

P436c Pereira, Wallace Ruan Nobre.

Cultivo do sorgo submetido ao estresse salino e turno de rega /
Wallace Ruan Nobre Pereira. – Pombal, 2023.

35 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Lauter Silva Souto, Prof. Dr. Carlos Sérgio
Araújo dos Santos”.

Referências.

1. Cultura do sorgo. 2. Região semiárida. 3. Salinidade do solo. 4.
Sorghum bicolor [L.] Moench. 5. Fisiologia vegetal. I. Souto, Lauter
Silva. II. Santos, Carlos Sérgio Araújo dos. III. Título.

CDU 633.17 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

WALACE RUAN NOBRE PEREIRA

**CULTIVO DO SORGO SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO E
TURNO DE REGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia da
Universidade Federal de Campina Grande, Campus
Pombal, como um dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia.

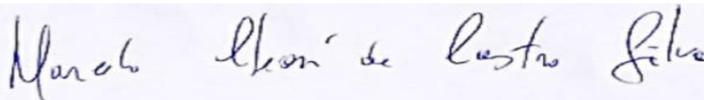
BANCA EXAMINADORA



Orientador – Prof. Dr. Lauter Silva Souto
UFCG – CCTA



Co-orientador – Prof. Dr. Carlos Sérgio Araújo dos Santos
UFCG – CCTA



Membro interno – Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva
UFCG-CCTA



Membro externo – MSc. Reynaldo Teodoro de Fátima
UFCG - CTRN- PPGEA

POMBAL – PB
2023

*Aos meus pais Francisco Assis Pereira e
Marineida Santana Nobre Pereira por todo amor
e incentivo.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por me proporcionar tantos momentos especiais, sempre me protegendo e guiando durante a minha carreira acadêmica, não deixando que as dificuldades me abalassem.

Aos meus maiores pilares Marineida Santana Nobre Pereira e Francisco Assis Pereira, por todo amor, confiança, oração, apoio e, principalmente por serem minha base, não me deixando desanimar ou desistir.

Ao meu irmão Warley Ramon Nobre Pereira por toda preocupação, apoio, amor e positivismo.

À minha vó Severina Maria e tia Luiza Pereira por todas as orações, amor e cuidado que tiveram por mim.

À minha namorada Leidiane Francelina Batista por todo o companheirismo, amor, carinho e palavras otimistas.

Aos meus primos e tios por toda o apoio e orações durante toda a minha graduação, sempre me incentivando a ser uma pessoa melhor e a realizar meus sonhos.

Ao meu amigo Francisco das Chagas Bezerra Neto por todos os ensinamentos e orientações antes e durante a graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lauter Silva Souto pelo acolhimento, ensinamentos, conselhos e compreensão, sendo de extrema importância para a conclusão dessa etapa da minha vida, tenho uma gratidão enorme e levarei comigo o exemplo de profissional que o senhor é.

Ao meu co-orientador Carlos Sérgio por todas as orientações e contribuições atribuídas.

Ao meu amigo Luderlândio Andrade por toda a ajuda durante a execução prática do meu experimento.

Ao Prof. Dr. Antônio João de Lima Neto pela amizade, ensinamentos e incentivo.

Aos professores do CCTA que contribuíram repassando conhecimentos através de disciplinas, e aos colaboradores que contribuíram de forma expressiva para o meu aprendizado e conclusão da formação.

Ao meu supervisor de Estágio Obrigatório Cláudio Gonçalves Lavor por todo apoio, acolhimento e paciência, e aos técnicos Erivan Alves, José Lenicio e José Walter por todos os conhecimentos e contribuições.

Aos meus amigos Igor da Mata, Alan Gomes, Samuel Adelino, Felipe Sousa e Emerson Bezerra por toda a amizade e ajuda em todos os momentos da minha vida.

Aos meus queridos amigos que conheci durante a graduação, e que foram importantes durante toda minha jornada: Emanuel Alexandre, Fellicio Gonçalves, Maria Izabel, Leandro Nunes, Arthur Fernandes, Vitor Manoel, Leticia Silva, Alesia Alves, Lauro Araújo, Victoria Colman, Maria Helena, Larissa Brito, Joalys Matias, Emerson Lira, Danyelle Marilia, Tailson Andrade, Jean Paiva, Reynaldo Teodoro, Edino Silva, Anderson Queiroz, Yanara Oliveira e Kenia Alves. Só tenho a agradecer pela vida e amizade de vocês, graças a vocês essa etapa da minha vida foi mais leve.

Meus agradecimentos à todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse sonho.

*Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.
Provérbios 16:3*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sorgo.....	3
Figura 2: Limpeza do local do experimento e dimensionamento dos vasos (A); Preenchimento dos vasos na sua capacidade de campo (B).	7
Figura 3: Cultivar BRS ponta negra (A) e semeadura em lisímetro (B).	8
Figura 4. Diâmetro do caule (A) e número de folhas (B) em função da salinidade da água de irrigação e altura de planta (C) de plantas de sorgo cv ‘BRS Ponta Negra’ em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.....	12
Figura 5. Massa fresca da planta (A) e massa seca da planta (B) de plantas de sorgo cv ‘BRS Ponta Negra’ em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.....	14
Figura 6. Concentração interna de CO ₂ - <i>C_i</i> (A) e condutância estomática - <i>g_s</i> (B) de plantas de sorgo cv ‘BRS Ponta Negra’ em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.....	16
Figura 7. Transpiração - <i>E</i> (A) e taxa de assimilação de CO ₂ - <i>A</i> (B) de plantas de sorgo cv ‘BRS Ponta Negra’ em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados analíticos da análise de solo.	6
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP), número de folhas (NF), massa de folha fresca (MFF) e massa de folhas seca (MFS) de plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, aos 83 dias após o semeio.	10
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a concentração interna de CO ₂ (Ci), condutância estomática (gs) taxa de assimilação de CO ₂ (A) e transpiração foliar (E) de plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, aos 83 dias após o semeio.	14

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Cultura do sorgo	2
2.2 Salinidade do solo.....	3
2.3 Turno de rega	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
3.1 Área experimental e instalação do ensaio.....	5
3.2. Preparo da área.....	6
3.3. Variedade e semeadura	7
3.4 Delineamento experimental e condução do experimento	8
3.5. Variáveis Analisadas.....	9
3.6. Análises estatísticas.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	10
5. CONCLUSÃO	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

A produtividade das culturas é fortemente influenciada pelas características da cultivar utilizada e pelas condições edafoclimáticas de cada região. A região semiárida brasileira caracteriza-se por seu balanço hídrico deficitário e extensas áreas de solos com problemas de excesso de sais e sódio, tornando-se necessárias pesquisas que minimizem tais efeitos sobre as culturas. Inserido neste contexto, o presente estudo avaliou o efeito do estresse salino e turnos de rega nos parâmetros de crescimento e fisiológicos da cultura do sorgo nas condições do município de Pombal, PB. O experimento foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (UFCA) em condições de lisímetro, instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×2 , com quatro repetições, avaliando o sorgo forrageiro submetido a dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a) ($S_1 = 0,3$ e $S_2 = 8,0 \text{ dS m}^{-1}$) e cinco turnos de rega ($T_1 =$ turno de rega diário, $T_2 =$ turno de rega a cada 2 dias, $T_3 =$ turno de rega a cada 3 dias, $T_4 =$ turno de rega a cada 4 dias e $T_5 =$ turno de rega a cada 5 dias). Dentre as variáveis analisadas, nas avaliações biométricas observou-se que a salinidade teve efeito significativo em todas as variáveis de crescimento, tanto em interação com o turno de rega como em efeito isolado, reduzindo o desenvolvimento das plantas em função do aumento da salinidade. Nas variáveis de trocas gasosas, o desenvolvimento das plantas varia em função da interação (salinidade x turno de rega). Contudo, espera-se que os resultados desta pesquisa sirvam de parâmetros para o aprimoramento da cultura do sorgo principalmente na região semiárida brasileira.

Palavras-chave: Água disponível, Semiárido, Fisiologia vegetal, *Sorghum bicolor* [L.] Moench

ABSTRACT

Crop productivity is strongly influenced by the characteristics of the cultivar used and the edaphoclimatic conditions of each region. The Brazilian semiarid region is characterized by a deficient water balance and extensive areas of soils with excess salts and sodium, requiring research to minimize these effects on crops. In this context, this study evaluated the effect of saline stress and irrigation intervals on growth and physiological parameters of sorghum crops in the conditions of Pombal, PB. The experiment was conducted at the Center for Agri-Food Science and Technology (UFCG) under lysimeter conditions, using a randomized block design in a 5 x 2 factorial scheme, with four replications. It assessed forage sorghum subjected to two levels of electrical conductivity of irrigation water (S1= 0.3 and S2= 8.0 dS m⁻¹) and five irrigation intervals (T1 = daily irrigation, T2 = irrigation every 2 days, T3 = irrigation every 3 days, T4 = irrigation every 4 days, and T5 = irrigation every 5 days). Among the variables analyzed, in the biometric evaluations it was observed that salinity had a significant effect on all growth variables, both in interaction with irrigation interval and as an isolated effect, reducing plant development with increasing salinity. In terms of gas exchange variables, plant development varied depending on the interaction (salinity x irrigation interval). However, it is expected that the results of this research will serve as parameters for improving sorghum cultivation, especially in the Brazilian semiarid region.

Keywords: Available water, Semiarid, Plant physiology, *Sorghum bicolor* [L.] Moench

1. INTRODUÇÃO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] possui papel na agricultura brasileira, principalmente na bovinocultura, apresentando-se como uma excelente fonte de energia, e com características de crescimento rápido, emissão de perfilhos e resistência ao déficit hídrico (SKONIESKI et al., 2010; BUSO et al., 2011). No entanto, um adequado manejo da água e das condições adversas do solo, com fornecimento de água no período conveniente, pode afetar sua produtividade, mesmo em condições climáticas desfavoráveis à cultura, mantendo assim produtividades elevadas de forragem.

A região semiárida apresenta elevadas taxas de evapotranspiração e baixos valores médios de precipitação, promovendo assim o acúmulo de sais no solo. Em tais condições, o estresse salino promove o fechamento estomático das folhas e reduz a transpiração, diminuindo a absorção de água e nutrientes pelas plantas (DIAS et al., 2016).

A concentração de sais no solo ou na água de irrigação diminui o rendimento da maioria das espécies agricultáveis, pois seu crescimento é afetado por haver diminuição da expansão e do alongamento celular, causado pelo efeito osmótico, obtendo assim, um decréscimo da turgescência celular (TAIZ; ZEIGER, 2015) e ao fato do Na^+ e Cl^- afetarem diretamente a fotossíntese por aumentar a atividade de enzimas de degradação da clorofila, por induzir a destruição da estrutura do cloroplasto e causar instabilidade nos complexos proteicos que atuam na atividade fotossintética (JAMIL et. al., 2007).

Todavia, para que esses solos ou águas salinas possam ser utilizados para a agricultura, torna-se necessário escolher espécies que se adaptem a tais condições, neste sentido, o sorgo vem se destacando nos últimos anos no semiárido brasileiro por se tratar de uma planta com tolerância a estresses abióticos, como deficiência hídrica, salinidade elevada, baixa exigência em solos férteis (HEFNY; ABDEL-KADER, 2009) e regiões com índice pluviométrico variando entre 400 a 600 mm anuais.

Em relação ao consumo hídrico, para que o sorgo possa atingir seu maior potencial produtivo, se faz necessário um maior controle na irrigação, evitando excesso ou falta, sendo necessário para que esse problema seja contornado racionalizar a aplicação de água, o que requer procedimentos para determinar a frequência de irrigação (turno de rega), como também controlar a quantidade a ser aplicada (lâminas de irrigação) (RASSINI, 2001).

No Brasil, o sorgo tem apresentado excelentes resultados quanto aos parâmetros agronômicos de desenvolvimento e alto potencial produtivo em condições do semiárido do Nordeste (NEUMANN et al., 2005; SANTOS et al., 2020). Segundo a Embrapa (2015), dependendo das condições climáticas da região em que se produz a exigência hídrica do sorgo varia em torno de 380 mm a 600 mm durante o ciclo. Essa adaptabilidade possibilita sua expansão em regiões com distribuição irregular de chuvas e até mesmo seu uso em sucessão à culturas de verão (COELHO et al. 2002).

Portanto, o objetivo do estudo é avaliar o crescimento, produção de biomassa e atividade fisiológica da cultura do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) submetido a níveis de salinidade do solo e turno de rega na região semiárida.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é oriundo da África, pertencente à família das gramíneas, são plantas anuais com sistema radicular extenso e fibroso (atinge até 1,5 m) e porte alto, podendo atingir uma altura de até 4 metros (Figura 1), que se desenvolve bem em regiões de clima quente, sendo o quinto cereal mais produzido do mundo (aproximadamente 50 toneladas de massa verde por hectare), depois do trigo, arroz, milho e cevada. Seu consumo no Brasil se dá principalmente para alimentação animal, onde seu ciclo de vida varia entre 90-120 dias, decorrente da variabilidade entre as cultivares e das condições edáficas do local que está sendo cultivado, podendo ser classificado agronomicamente em 5 grupos: granífero, sacarino, forrageiro, vassoura e biomassa (EMBRAPA, 2015).

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), no país, no ano de 2022, o sorgo foi cultivado em uma área de 1.043.480 hectares, com uma produção de 2.923.318 toneladas.

Pode ser utilizada na alimentação humana de forma direta (farinhas dos grãos) e indireta (arraçoamento animal e silagem) e na fabricação de etanol. Sendo considerada uma cultura que se adapta as diferentes condições ambientais quando comparado com a maioria dos cereais e por apresentar uma produção economicamente viável devido à elevada capacidade de produzir silagem e massa verde.

A expansão nos últimos anos da cultura do sorgo é bastante significativa, sendo este crescimento explicado principalmente pelo bom potencial da cultura na produção de grãos e matéria seca em condições edáficas estressantes, e por possuir várias aptidões e versatilidade, a cultura do sorgo assume um papel de extrema importância no agronegócio nacional (EMBRAPA, 2015). Justifica-se também a utilização do sorgo, devido as suas características bromatológicas que não se diferem muito do milho, pois proporcionam um excelente armazenamento de silagem devido sua devida fermentação, elevados teores de proteína bruta e de carboidratos solúveis, e por sua alta produção de biomassa (Von Pinho et al., 2006).

O cultivo do sorgo surgiu devido a constante busca por alimentos alternativos, energéticos, que pudesse substituir o milho na dieta dos animais, principalmente visando a redução de custos no sistema produtivo. O que se mostrou promissor, pois as características nutritivas, o cultivo semelhante à do milho e alta adaptabilidade aos diversos tipos de solos e climas brasileiros, mesmo naqueles com deficiência hídrica, proporcionou ao sorgo substituir a cultura do milho (FAUSTINO et al., 2018).



Figura 1: Sorgo.

Fonte: Compre rural (2020).

2.2 Salinidade do solo

No Brasil, a salinização de solos é um problema que tem crescido significativamente e abrange uma área de 155 milhões de hectares, sendo que 52% desta área localiza-se na região semiárida (VIEIRA et al., 2016). Dentre as técnicas de recuperação de solos degradados por

sais, a lavagem do solo e aplicação de corretivos químicos são as mais utilizadas, entretanto, esses métodos requerem alto investimento dificultando sua aplicação prática, sendo que nesse sentido, a fitorremediação apresenta-se como uma técnica de baixo custo e não agressiva ao ambiente (PEDROTTI et al., 2015).

As plantas sensíveis à salinidade tendem a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico, levando ao estresse hídrico por osmose. Essas plantas absorvem o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com baixo potencial da água presente no solo. Segundo Lauchi e Epstein (1984), ainda que o crescimento da parte aérea das plantas seja limitado pelo acentuado potencial osmótico do solo onde se desenvolve essa limitação na absorção de água não é necessariamente a causa principal do menor crescimento e desenvolvimento das culturas em solos salinos.

Altas concentrações de sais no ambiente pedológico altera a dinâmica da flocculação e dispersão das unidades estruturais do solo, interferindo nos atributos físicos e químicos, promovendo o decréscimo no crescimento e produtividade das plantas cultivadas e em casos mais severos, pode levar a perda da produção agrícola, assim, promovendo êxodo rural (ASSIS JÚNIOR; SILVA, 2012). Estando relacionado com o desbalanço nutricional causado pela inibição do efeito de íons tóxicos, principalmente cloro, sódio e boro e do déficit hídrico causado pelo efeito osmótico da redução do potencial osmótico da solução do solo (SILVA et al., 2011). A salinização pode acarretar problemas ambientais como a degradação do solo como também socioeconômicos na região semiárida (LIMA et al., 2014).

O crescimento, desenvolvimento e a produção das culturas em condições salinas são reduzidos em decorrência da redução do potencial osmótico da solução do solo, do desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e ao efeito tóxico de alguns íons, particularmente o cloro e sódio (SCHOSSLER et al., 2012). Em tais condições, as trocas gasosas são afetadas reduzindo a capacidade fotossintética, devido às limitações estomáticas e não estomáticas, que causa redução no crescimento e na produtividade das culturas (GOMES et al., 2011; SILVA et al., 2013).

2.3 Turno de rega

O turno de rega é o intervalo, em dias, entre duas irrigações sucessivas. É o método mais utilizado em áreas irrigadas, levando-se em consideração fatores do solo, tais como:

capacidade de campo, ponto de murcha permanente, densidade do solo; fatores da planta, tais como: profundidade efetiva das raízes, fator de disponibilidade de água e evapotranspiração máxima. Portanto, a quantidade de água requerida por uma cultura e a resposta da cultura à irrigação variam com o tipo de solo, tipo de cultura, fases fenológicas e o clima da região, tornando-se impossível estabelecer um turno de rega fixo para cada cultura (BERNARDO et al., 2019).

A frequência de irrigação e o estresse salino são fatores que estão intimamente associados a um adequado suprimento de água e nutrientes e a produtividade das culturas em geral. Por exemplo, Lessa et al. (2019) observaram em pesquisa com a cultura do sorgo que a frequência de irrigação (turno de rega) e a salinidade afetaram o crescimento e desenvolvimento da cultura, principalmente em condições em que o solo se encontra em condições de cultivo convencional (sem cobertura), reduzindo drasticamente o potencial produtivo do sorgo em condições semiáridas.

Segundo Mantovani et. al. (2009), uma maior eficiência na frequência de distribuição da água nas mais diferentes condições edafoclimáticas se faz necessário, pois o manejo adequado de aplicação de água na quantidade certa pode levar a condições favoráveis nas diversas fases fenológicas das culturas.

O fator mais limitante para se atingir altas produtividades das culturas é a fornecimento de água. O suprimento de água em quantidade e qualidade, fornecida no momento certo é fundamental para se obter excelentes resultados nas culturas agrícolas. Segundo Albuquerque e Andrade (2001), o manejo da irrigação permite definir quando e quanto de água aplicar nas culturas visando melhorar a produção das culturas agrícolas e diminuir a aplicação excessiva de água, desse modo, conservando os recursos hídricos. Por isso, saber a quantidade de água exigida pelas culturas é de fundamental importância em áreas semiáridas, que apresentam escassez deste recurso e fontes com elevados teores de sódio e sais solúveis. Dessa maneira, conhecer as necessidades hídricas de uma dada cultura na região onde é cultivada é imprescindível para um dimensionamento e manejo adequados da irrigação visando a obtenção de alta qualidade e produtividade da cultura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área experimental e instalação do ensaio

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Pombal, situada na região do semiárido Paraibano. A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06°46'13' de latitude sul e 37°48'06' de longitude oeste e altitude aproximada de 242 m. A condução do experimento durou 83 dias, iniciando-se na semeadura no dia 20 de janeiro de 2023 e encerrando com as análises de crescimento e trocas gasosas no dia 13 de abril de 2023.

O clima de Pombal, baseado no sistema de classificação internacional de Köppen, foi incluído no tipo Bsh (semiárido) quente e seco, com pluviosidade média anual inferior a 1000 mm/ano com chuvas irregulares e médias anuais térmicas superiores a 25°C.

3.2. Preparo da área

O solo utilizado no experimento foi coletado na Fazenda Experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, no município de São Domingos, que segundo Dantas et al. (2017) corresponde a um Neossolo Flúvico. As amostras, obtidas de 0-20cm de profundidade, após secas, destorroadas, peneiradas (\varnothing 2mm) e homogeneizadas, foram encaminhadas ao laboratório para a determinação dos atributos químicos e de salinidade (TEIXEIRA et al., 2017).

A correção e adubação do solo ocorreu conforme recomendação de Cavalcanti (2008) para a cultura do sorgo, considerando os resultados da análise do solo abaixo, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Resultados analíticos da análise de solo.

Atributos químicos	Valor	Atributos químicos	Valor
pH (CaCl ²)	6,90	Al ³⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	0,10
P (mg/dm ³)	271	M.O. (g Kg ⁻¹)	7,74
K ⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	4,81	V (%)	97,1
Na ⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	2,86	PST (%)	16,77
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	5,00	SB (cmol _c /dm ⁻³)	16,57
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	3,90	t (cmol _c /dm ⁻³)	16,67
H+Al ³⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	0,50	CTC (cmol _c /dm ⁻³)	17,06
m (%)	0,60		

Referência: Embrapa, 2017.

Com a análise de solo e os cálculos de adubação realizados, foi elaborado um cronograma de adubação, no qual consistia em dividir as doses de fertilizantes durante todo o processo de crescimento vegetal aplicadas via fertirrigação se tratando de macronutrientes e via foliar quando se tratava de micronutrientes. Os fertilizantes utilizados foram: MAP, nitrato de cálcio, ureia e cloreto de potássio.

No tocante a instalação do projeto no campo, entre os dias 15 e 18 de janeiro de 2023 foi realizado a limpeza do local em que o projeto iria ser conduzido e colocado em seus devidos lugares os vasos de polietileno com capacidade para 60 dm³, e posteriormente foi preenchido com solo, conforme figura 2, tendo no fundo do vaso brita e areia grossa visando evitar problemas futuros com a drenagem da água. Para coletar a água de drenagem para conferir dados como condutividade elétrica e pH utilizado garrafa pet de 2 litros e mangueira pvc cristal 1,5 mm.



Figura 2: Limpeza do local do experimento e dimensionamento dos vasos (A); Preenchimento dos vasos na sua capacidade de campo (B).

Fonte: Arquivo do pesquisador.

3.3. Variedade e semeadura

A variedade de sorgo forrageiro utilizada é a BRS Ponta Negra (Figura 3A), resistente ao acamamento, adaptada à região semiárida e tolerante à seca e ao fotoperiodismo. Considerada resistente à doenças como antracnose, com ciclo de 110-120 dias (grãos), altura das plantas de 2,0-2,5m, floração entre 60-70 dias, cor do grão marrom claro, tanino presente, proteína no grão de 9,9%, proteína na folha de 16,2% e produção de massa verde entre 40,0 a 60,0 t ha⁻¹ (EMBRAPA, 2007).

A semeadura foi realizada no dia 20 de janeiro de 2023, colocando-se vinte sementes por unidade experimental (Figura 3B), e foi realizado o desbaste aos 15 dias após a emergência, deixando-se apenas uma planta por vaso. A germinação das plantas se deu no dia 24 de janeiro de 2023 e a partir do oitavo dia da germinação foi iniciado os tratamentos com solução composta por água e sódio.



Figura 3: Cultivar BRS ponta negra (A) e semeadura em lisímetro (B).

Fonte: Arquivo do pesquisador.

3.4 Delineamento experimental e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2×5 , constando os tratamentos de dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a) ($S_1 = 0,3$ e $S_2 = 8,0$ $dS\ m^{-1}$) e cinco turnos de rega ($T_1 =$ turno de rega diário, $T_2 =$ turno de rega a cada 2 dias, $T_3 =$ turno de rega a cada 3 dias, $T_4 =$ turno de rega a cada 4 dias e $T_5 =$ turno de rega a cada 5 dias), totalizando 10 tratamentos e 40 unidades experimentais com capacidade de $60\ dm^3$.

Na preparação das águas de irrigação, foram definidos dois níveis de CE_a que são $0,3$ e $8,0\ dS\ m^{-1}$. A CE_a de $0,3\ dS\ m^{-1}$ é a própria de abastecimento local, e para a de $8,0\ dS\ m^{-1}$, a água foi preparada com adição de NaCl à água de $0,3\ dS\ m^{-1}$. Para água de irrigação com CE de $8,0\ dS\ m^{-1}$, são adicionados os sais na água de abastecimento até atingir a CE desejada, tendo como base Rhoades et al. (1992) com relação entre CE_a e concentração de sais ($10 \cdot meq\ L^{-1} = 1\ dS\ m^{-1}$, certificando o valor desejada através de um condutivímetro portátil, com CE ajustada a $25^\circ\ C$. Em seguida, a água de irrigação segue para uma caixa de plástico

tampada, para evitar contaminação e evaporação. O início da aplicação dos tratamentos foi realizado no dia 31 de janeiro de 2023, sendo 8 dias após a semeadura.

O manejo de irrigação foi realizado pelo método do balanço hídrico, sendo manual e localizada, de forma a repor o consumo médio diário das plantas, em função da salinidade e do turno de rega, para determinar a quantidade a ser aplicada será utilizado a lisimetria de drenagem com uma fração de lixiviação de 5 % para garantir que a demanda hídrica está sendo atendida, sendo a fração lixiviada retornada para dentro do recipiente (Equação 1)

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{1 - FL} \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:

VI - volume a ser irrigado no próximo evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume drenado (mL),

FL - coeficiente usado para se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 5%.

Para realização da coleta da água drenada, cada lisímetro foi perfurado na base, para se conectar uma mangueira, possibilitando a coleta do fluido drenado para um recipiente, para que seja feita a mensuração do volume drenado.

3.5. Variáveis Analisadas

Altura das plantas:

As alturas das plantas foram mensuradas com auxílio de uma régua, em cm.

Diâmetro do colmo:

Verificou-se o diâmetro do colmo através de um paquímetro digital, analisando a 4 cm acima da superfície do solo, sendo o valor apresentado em mm.

Número de folhas:

A contagem do número de folhas foi realizada manualmente, até a folha aberta mais próxima ao ápice da planta.

Massa fresca e massa seca da parte aérea:

Determinadas A massa fresca foi coletada e pesada e balança digital, em g. logo em seguida o material foi fracionado em sacos de papel tipo kraft e posto para secar em estufa de circulação de ar a 65°C por 72 horas para posterior pesagem da massa seca.

Trocas gasosas:

Para medir as trocas gasosas das plantas foi utilizado um equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1400 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ obtendo-se as seguintes vari\u00e1veis: Taxa de assimila\u00e7\u00e3o de CO_2 (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpira\u00e7\u00e3o (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a pin\u00e7a foi colocada na terceira folha contada a partir do \u00e1pice.

3.6. An\u00e1lises estat\u00edsticas

Os dados obtidos foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste F ($p - \text{valor} \leq 0,05$) e, quando significativo, para o fator turnos de rega e para o fator de condutividade el\u00e9trica da \u00e1gua de irriga\u00e7\u00e3o realizou teste de m\u00e9dia, Tukey, utilizando-se do software estat\u00edstico SISVAR - ESAL vers\u00e3o 2019 (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSS\u00d5ES

Observa-se atrav\u00e9s do resumo da an\u00e1lise de vari\u00e2ncia (Tabela 2) efeito significativo da intera\u00e7\u00e3o entre os fatores (TUR \times SAL) para a altura de plantas (AP), massa de folhas fresca (MFF) e massa de folhas seca (MFS) das plantas de sorgo. A salinidade da \u00e1gua de irriga\u00e7\u00e3o exerceu efeito significativo para o di\u00e2metro do caule (DC) e n\u00famero de folhas (NF) das plantas de sorgo ‘BRS Ponta-negra’ irrigado com \u00e1gua salina e diferentes turnos de rega, aos 83 dias ap\u00f3s o semeio.

Tabela 2. Resumo da an\u00e1lise de vari\u00e2ncia referente ao di\u00e2metro do caule (DC), altura de planta (AP), n\u00famero de folhas (NF), massa de folha fresca (MFF) e massa de folhas seca (MFS) de plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, aos 83 dias ap\u00f3s o semeio.

Fontes de varia\u00e7\u00e3o	GL	Quadrados m\u00e9dios				
		DC	AP	NF	MFF	MFS
Turno de Rega (TUR)	4	3,74 ^{ns}	7277,99 ^{**}	4,27 ^{ns}	90989,22 ^{**}	12017,17 ^{**}
Salinidade (SAL)	1	67,93 ^{**}	80797,62 ^{**}	94,55 ^{**}	3909219,61 ^{**}	344984,18 ^{**}
Intera\u00e7\u00e3o (TUR \times SAL)	4	6,50 ^{ns}	2355,30 [*]	1,52 ^{ns}	155188,61 ^{**}	14189,90 ^{**}
Bloco	3	3,98	305,13	0,05	1045,11	617,06
Res\u00edduo	27	3,87	660,27	2,30	13247,34	1529,33
CV (%)		9,19	14,06	11,72	15,97	20,10

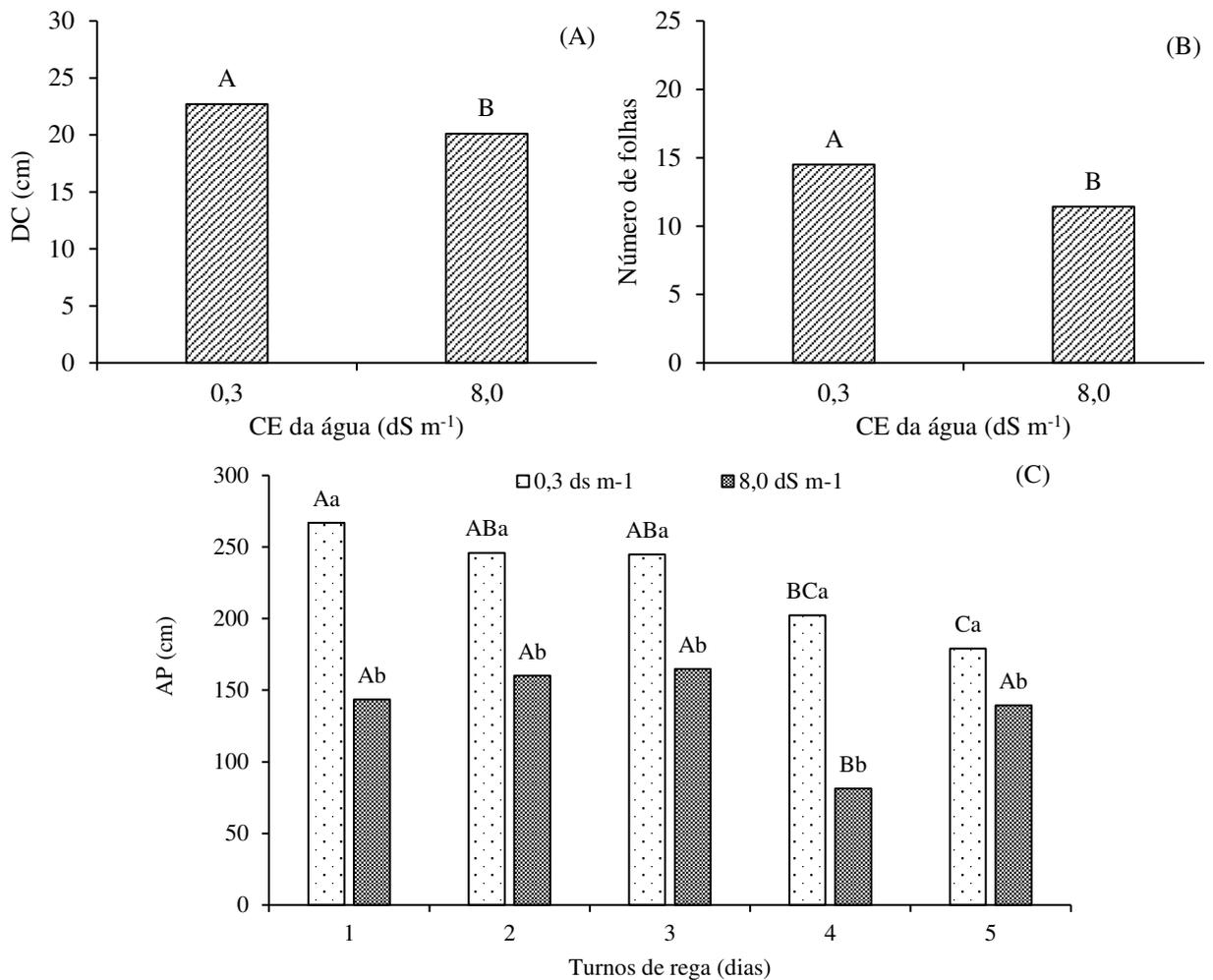
Notas: GL- grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de varia\u00e7\u00e3o; ^{*}significativo em n\u00edvel de 0,05 de probabilidade; ^{**} significativo em n\u00edvel de 0,01 de probabilidade; ^{ns} n\u00e3o significativo.

Para o diâmetro do caule (DC), consta-se que, as plantas irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, obtiveram maior DC, equivalente a 22,71 cm, sendo estatisticamente superior em relação à quando foram irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 4A). Isso representa um incremento de 9,04% (2 cm) nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade em relação às que receberam água com maior condutividade elétrica. Esse decréscimo em função da salinidade foi encontrado em trabalho de Sousa (2018) que expôs que à medida que aumentou os níveis de salinidade, o diâmetro do caule das plantas apresentou comportamento linear decrescente.

No que tange o número de folhas (NF), observa-se que, as plantas que apresentaram maior número de folhas, foram as irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, com 14,5 folhas por plantas, indicando acréscimo de 21,24% (3,08 folhas) e relação às plantas irrigadas com plantas irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 4B). Resultados similares foram encontrados em experimento realizado por Silva (2011) no qual foi constatado que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o desenvolvimento da área foliar, e essa inibição deve ter ocorrido pela absorção da planta dos sais que apresentam efeitos tóxicos.

A interação entre os fatores (TUR \times SAL) exerceu efeito significativo sob a altura de plantas de sorgo. Quando irrigadas com água de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, a maior altura de plantas foi observada quando se utilizou o turno de rega de um dia (266,87 cm), sendo estatisticamente superior as plantas que foram irrigadas com os turnos de rega de 4 e 5 dias (Figura 4C). Quando as plantas foram irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, a menor altura de plantas (81,37 cm) foi observada no turno de rega de 4 dias, sendo estatisticamente inferior a todos os demais turnos de rega. Constata-se que, em todos os turnos de rega, o uso de água de baixa condutividade elétrica ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) foi estatisticamente superior à quando se utilizou água de alta condutividade elétrica $8,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Sousa et al. (2012) em experimento executado com a cultura do milho visualizaram a diferenciação de altura das plantas em relação a diferentes condutividades elétricas de água, onde constataram que as plantas que foram irrigadas com água de baixa salinidade apresentaram uma maior altura quando comparadas as que foram irrigadas com água de alta salinidade.



Notas: Significativo ao nível de $p \leq 0,05$.

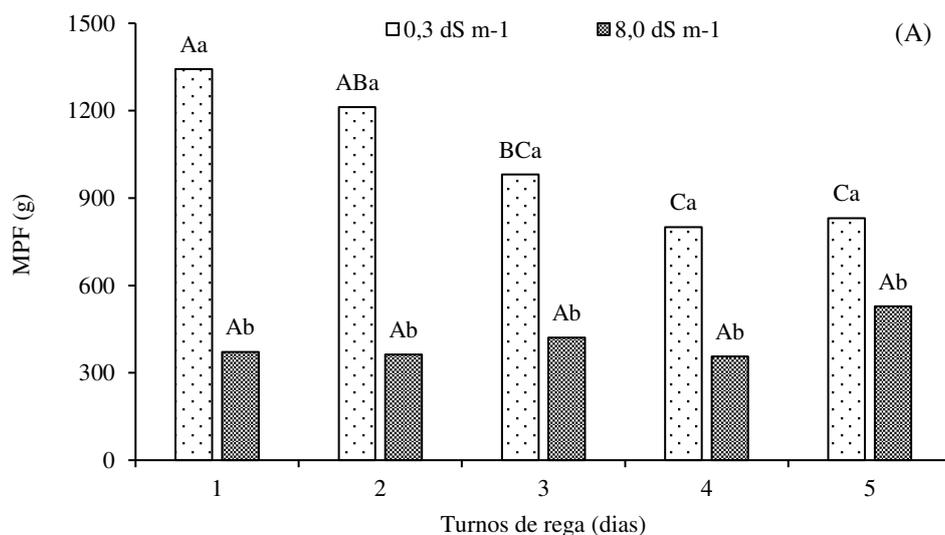
Figura 4. Diâmetro do caule (A) e número de folhas (B) em função da salinidade da água de irrigação e, altura de planta (C) de plantas de sorgo cv 'BRS Ponta Negra' em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.

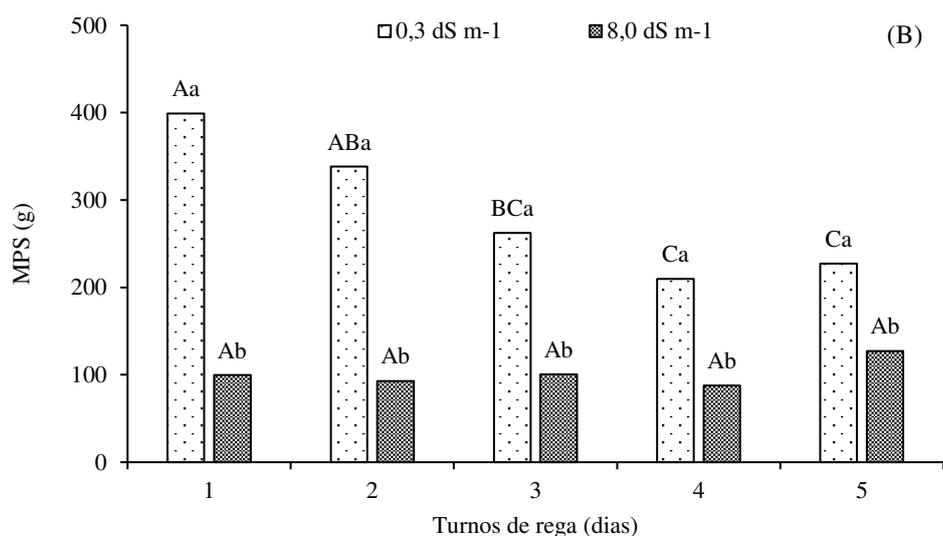
No tocante massa fresca de planta (MFF), as plantas quando irrigadas com água de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ se apresentaram estatisticamente superiores do que as irrigadas com água de condutividade elétrica de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, em todos os turnos de rega (Figura 5A). Dentre as salinidades, as plantas que apresentaram maior peso fresco, foram as irrigadas diariamente com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ com valor de $1.342,56 \text{ g}$, sendo estatisticamente superior as plantas que foram irrigadas com os turnos de 3, 4 e 5 dias. Quando as plantas foram irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ não se diferiram estatisticamente com o aumento dos turnos de rega.

Tsimpho (2011) afirma que a redução da massa fresca se dá devido a efeitos osmóticos, nos quais acontecem a redução de absorção de água pela planta e consequentemente a diminuição da fotossíntese.

Em relação à massa de planta seca (Figura 5B), observa-se que as plantas irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ com turno de rega 1 (diário) apresentaram maior massa seca (399,00 g), sendo estatisticamente superiores quando irrigados com turno de rega 3, 4 e 5 dias. As plantas irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ não se diferenciam estatisticamente quando alterado o turno de rega, mas são inferiores estatisticamente quando comparadas as plantas irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A massa de matéria seca diminuiu em consequência da elevação do nível de salinidade, e isso se deve ao estresse salino provocar efeitos tóxicos a planta devido a presença dos sais, diminuindo absorção de água, afetando a taxa de crescimento foliar e da altura do colmo, como exposto por Lima et al. (2014).





Notas: Significativo ao nível de $p \leq 0,05$.

Figura 5. Massa de planta fresca - MPF (A) e massa de planta seca - MPS (B) de plantas de sorgo cv 'BRS Ponta Negra' em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos 83 dias após o semeio.

Observa-se através do resumo da análise de variância (Tabela 3) efeito significativo da interação entre os fatores (TUR × SAL) para a concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s) taxa de assimilação de CO_2 (A) e transpiração foliar (E) das plantas de sorgo 'BRS Ponta-negra' irrigado com água salina e diferentes turnos de rega, aos 83 dias após o semeio.

Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s) taxa de assimilação de CO_2 (A) e transpiração foliar (E) de plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, aos 83 dias após o semeio.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		C_i	g_s	A	E
Turno de Rega (TUR)	4	9655,21**	0,03**	436,91**	4,02*
Salinidade (SAL)	1	493,50 ^{ns}	0,01**	159,44**	0,00 ^{ns}
Interação (TUR x SAL)	4	6072,54**	0,02**	67,32**	7,05**
Bloco	3	730,29	0,00	6,81	0,15
Resíduo	27	766,81	0,00	14,17	1,36
CV (%)		13,43	19,57	19,96	20,49

Notas: GL- grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; *significativo em nível de 0,05 de probabilidade; ** significativo em nível de 0,01 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Para a concentração interna de CO_2 (C_i), observa-se que, a interação dos fatores (TUR x SAL) exerceu efeito significativo. As plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ nos turnos de rega 1 e 5 apresentaram maior C_i , com $299,50 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e

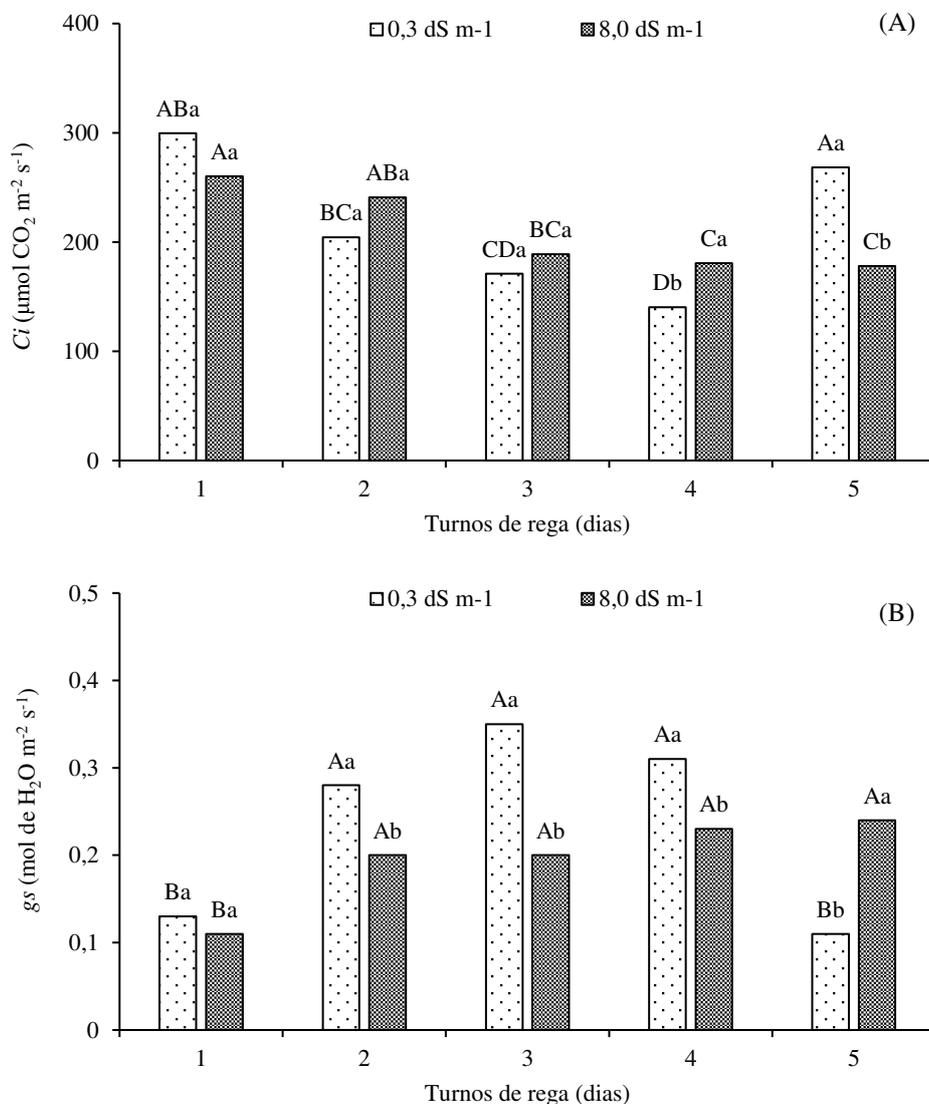
268,37 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, sendo superiores estatisticamente aos turnos 2, 3 e 4 (Figura 6A). Quando as plantas foram irrigadas com água de 8,0 dS m^{-1} , a maior Ci foi observada no turno de rega 1 com valor de 260,25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ apresentando-se superior estatisticamente dos demais turnos de rega, e a menor foi observada nos turnos de rega 4 e 5. Constatou-se que, nos turnos de rega 1, 2 e 3 não houve diferença significativa entre os níveis salinos, mas no turno de rega 4 houve diferença estatística, onde as plantas irrigadas com água de 8,0 dS m^{-1} foram superiores as irrigadas com água de 0,3 dS m^{-1} , e no turno de rega 5 as plantas irrigadas com água de 0,3 dS m^{-1} foram superiores as de água de irrigação de 8,0 dS m^{-1} .

O estudo que corrobora com os resultados obtidos, é o de Rodrigues (2019) que avaliou diferentes níveis CEa com a cultura do milho, onde foi constatado que para a Ci se ajustou o modelo linear decrescente, em que as plantas apresentaram menor desenvolvimento a partir do momento em que aumentou o nível de salinidade. Essa redução em Ci apresenta relações diretas com às menores condutâncias estomáticas, no qual é algo corrente das plantas ao estresse salino (PRAXEDES et al., 2010; SILVA et al., 2011).

Na figura 6B, observa-se que nos dados da salinidade de 0,3 dS m^{-1} o turno de rega que apresentou melhor valor, foi o turno de rega 3 (intervalo de 3 dias) com valor de 0,35 $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mas não diferiu estatisticamente dos turnos de rega 2 e 4, sendo superior aos turnos 1 e 5. Já nas plantas que foram irrigadas com CEa de 8,0 dS m^{-1} o menor valor se encontrou no turno de rega 1 (irrigação diária) com valor estimado de 0,11 $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ sendo inferior estatisticamente dos demais turnos de rega. Avaliando as salinidades dentro de cada turno de rega, constatou-se que no turno de rega 1 não houve diferença significativa entre as salinidades, já nos turnos de rega 2, 3 e 4 as plantas irrigadas com água de salinidade de 0,3 dS m^{-1} foram estatisticamente superiores do que as que foram irrigadas com água de 8,0 dS m^{-1} , e no turno de rega 5 a CEa de 8,0 dS m^{-1} demonstrou ser maior estatisticamente do que a CEa de 0,3 dS m^{-1} .

As plantas que foram irrigadas com água de CE de 8,0 dS m^{-1} apresentaram nos turnos de rega 2, 3 e 4 menores taxas de condutância estomática, e isso se deve pois há o fechamento dos estômatos devido os sais que ficam na zona radicular resultando na diminuição da absorção de água e nutrientes, causando limitação do fluxo normal de CO_2 no sentido ao sítio de carboxilação (BOSCO et al., 2009). No sentido da influência da salinidade na gs, Larcher (2006) evidencia que a salinidade é um elemento gradual de distúrbios fisiológicos nas

plantas, que atua de forma negativa na abertura dos estômatos, afetando também o crescimento vegetativo e produtivo de diversas culturas.



Notas: Significativo ao nível de $p \leq 0,05$.

Figura 6. Concentração interna de CO₂ - *Ci* (A) e condutância estomática - *gs* (B) de plantas de sorgo cv 'BRS Ponta Negra' em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR × SAL), aos xx dias após o semeio.

Quando irrigadas com água de baixa condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) o maior valor de transpiração foi verificado no turno de rega 4 com valor de 7,51 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ apresentando-se superior estatisticamente dos demais turnos de rega (Figura 7A).

Quando as plantas foram irrigadas com água de 8,0 dS m⁻¹, a menor transpiração (4,1 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) foi observada no turno de rega de 1 dia, sendo estatisticamente inferior a todos os demais turnos de rega, e a maior taxa de transpiração foi observada no turno de rega 5, com valor de 6,91 mmol H₂O m⁻² s⁻¹.

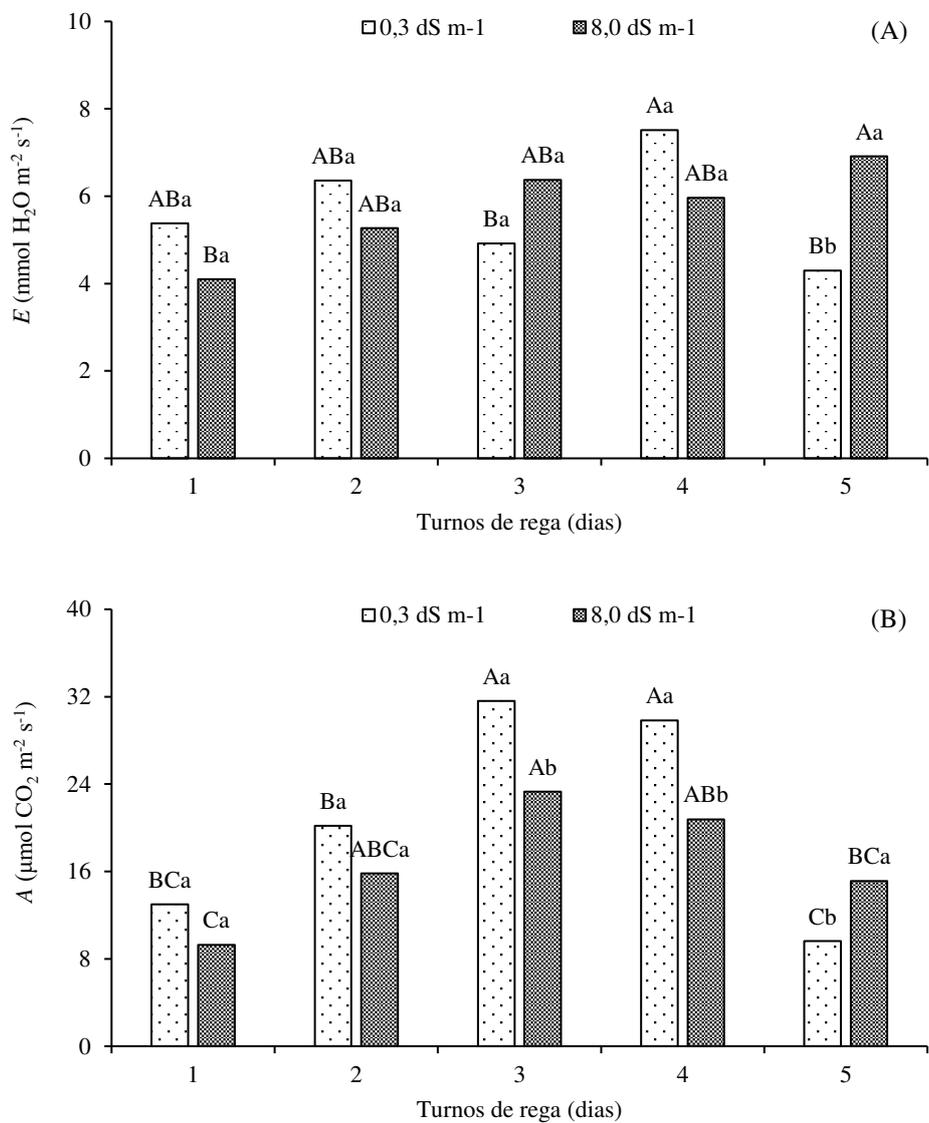
Dentre os turnos de rega, em paridade estatística com a salinidade, observa-se que não houve diferença estatística entre as salinidades dentro dos turnos de rega 1, 2, 3 e 4, mas no turno de rega 5 houve diferença estatística, onde o dado da salinidade de 8,0 dS m⁻¹ foi superior estatisticamente as plantas irrigadas com água de irrigação de 0,3 dS m⁻¹.

A E coincidiu com os dados encontrados da gs, onde as plantas que foram irrigadas com água de salinidade de 0,3 foram superiores do que as de CEa 8,0 dS m⁻¹, e isso acontece pois o decréscimo da condutância estomática atua diretamente em uma menor transpiração, fazendo com que haja menor extravio de água pelas plantas, atribuindo resistência ao estresse hídrico, que se dá devido ao aumento do nível de salinidade (FERREIRA, 2008).

Para a taxa de assimilação de CO₂ (A) (Figura 7B), verifica-se que o maior valor para a salinidade de 0,3 dS m⁻¹ é de 31,61 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ no turno de rega de 3 dias, sendo estatisticamente superior aos turnos de rega 1, 2 e 5. Para a salinidade de 8,0 dS m⁻¹ o maior valor estimado é de 23,31 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ irrigado no turno de rega de 3 dias e o menor de 9,28 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ irrigado no turno de rega diário.

Comparando estatisticamente as salinidades dentro de cada turno de rega, verifica-se que nos TR 1 e 2 as salinidades não se diferiram estatisticamente, mas nos TR 3 e 4 as plantas que foram irrigadas com água com salinidade de 0,3 dS m⁻¹ foram estatisticamente superiores as que foram irrigadas com CEa de 8,0 dS m⁻¹, e no turno de rega 5 as plantas que foram irrigadas com água de alta salinidade (8,0 dS m⁻¹) foram estatisticamente superiores as que foram irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹).

Apenas nos turnos de rega 3 e 4 as plantas tiveram sua taxa de assimilação comprometida no aumento da salinidade, e de uma maneira geral as plantas que foram irrigadas com água de salinidade de 0,3 dS m⁻¹ mostraram maior desenvolvimento do que as que foram irrigadas com água de 8,0 dS m⁻¹, isso porque a absorção de água pelas raízes é impedida, devido a redução do potencial osmótico do solo pelo aumento da salinidade. Nesse interim, há redução na taxa fotossintética das plantas devido a diminuição da concentração intercelular de CO₂ (TAIZ et al., 2017).



Notas: Significativo ao nível de $p \leq 0,05$.

Figura 7. Transpiração - E (A) e taxa de assimilação de CO_2 - A (B) de plantas de sorgo cv ‘BRS Ponta Negra’ em função da interação entre os fatores turnos de rega e salinidade da água de irrigação (TUR \times SAL), aos 83 dias após o semeio.

5. CONCLUSÃO

O crescimento e a massa das plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foram reduzidos devido ao aumento da CE da água de irrigação e turnos de rega.

O turno de rega de 3 dias apresenta maior atividade nas trocas gasosas de sorgo independentemente do nível salino aos 83 após o semeio.

Espera-se com os resultados apresentados nesse estudo contribuam para um dimensionamento e manejo adequados da irrigação além do controle da salinidade, visando a obtenção de alta qualidade e produtividade da cultura do sorgo em regiões semiáridas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P.; ANDRADE, C. T. Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais. **Circular técnica 10**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2001.

ASSIS JÚNIOR, R. N.; SILVA, E. F. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre os atributos físicos de um Neossolo Flúvico do município de Quixeré, CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.36, p.1778-1786, 2012.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. **Editora UFV**. Viçosa, MG, 2019. 545p.

BOSCO, M. R. DE O.; OLIVEIRA, A. B. DE; HERNANDEZ, F. F.; LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, v.56, p.296-302, 2009.

BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S.; Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. . **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

CAVALCANTI, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: **2ª aproximação**. 3. ed. Recife, IPA, 2008. 212p.

COELHO, A. M.; WAQUI, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M.; **Seja o doutor do seu sorgo**. Informações Agrônômicas, Piracicaba, v.14, n. 100, p. 1-24, 2002.

COMPRERURAL. **Resistente à seca, sorgo é excelente opção**. 2020. Disponível em: <https://www.comprerural.com/resistente-a-seca-sorgo-e-excelente-opcao/>. Acesso em: 10 de out. 2023.

DANTAS, J. S., SOUTO, B. C. C., & ALVES, F. Descrição e classificação de um perfil de solo na Fazenda Experimental do CCTA/UFCG. In: **congresso brasileiro de ciência do solo**, 36. Belém, PA, 2017. Disponível em: http://icongresso.pauta.itarget.com.br/arquivos/trabalhos_completos/pauta/3/2581_23062017_132221.pdf. Acesso: 18 de Abril, 2022.

DIAS, N. S., BLANCO, F. F., SOUZA, E. R., FERREIRA, J. F. S., NETO, O. N. S., & QUEIROZ, Í. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade (Salinity effects on plants and tolerance of crops to salinity). **Book Chapter**, 151-162, 2016.

EMBRAPA - SORGO: **O produtor pergunta, a Embrapa responde** / Israel Alexandre Pereira Filho, José Avelino Santos Rodrigues, editores técnicos. – Embrapa, 2015. 327 p.: il.; 16 cm x 22 cm. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

EMBRAPA. **BRS Ponta Negra variedade de sorgo forrageiro**. (Comunicado Técnico, 145). Sete Lagoas, MG. 2007. 6p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3ª. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p.

EMBRAPA. Embrapa milho e sorgo. **Cultivo do sorgo**. 4ª edição. 2008. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 11 de Jun. 2022.

EMBRAPA. Embrapa milho e sorgo. **Sistema de Produção - cultivo do sorgo**. 9º edição. Jul. 2015. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 11 de Jun. 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.

FERREIRA, S. M. Efeito do silício na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.): Aspectos bioquímicos, qualidade de fibra e produtividade. 68 f. (Doutorado em Ecologia

Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2008.

GOMES, K. R., AMORIM, A. V., FERREIRA, F. J., A FILHO, F. L., LACERDA, C. F., & GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.15, p.365-370, 2011.

HEFNY, M.; ABDEL-KADER, D. Z. Antioxidant-enzyme system as selection criteria for salt tolerance in forage sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench). **International Journal of Plant Breeding and Genetics**, Faisalabad, v.1, n.2, p.38-53, 2009.

IBGE produção do sorgo. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sorgo/br>

JAMIL, M., LEE, K. J., KIM, J. M., KIM, H. S., & RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, 64, 111-118, 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of Salt tolerance in Plants. In: **California Agriculture**. v.8. n.10, p.18-21, 1984.

LESSA, C. I. N., OLIVEIRA, A. D., MAGALHÃES, C. L., SOUSA, J. D., & SOUSA, G. D. Estresse salino, cobertura morta e turno de rega na cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, CE, v.13, n.5, p.3637-3645, 2019.

LIMA, E. G., ÁVILA, M., SOUZA, L., BARBOSA, R., & NETO, C. O. Crescimento e produção de biomassa em plantas de sorgo submetidas ao estresse salino. **Enciclopedia biosfera**, v. 10, n. 19, 2014.

LIMA, G. S. D., NOBRE, R. G., GHEYI, H. R., SOARES, L. A. D. A., LOURENÇO, G. D. S., & SILVA, S. S. D. Aspectos de crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas

salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, p.615–622, 2014.

MANTOVANI, E. C., BERNARDO, S., & PALARETTI, L. F. *Irrigação: princípios e métodos*. UFV.. **Irrigação: princípios e métodos**. Editora UFV, Viçosa, MG, 2009. 355p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; A. FILHO, D. C.; MACCARI, M.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*sorghum bicolor*, l.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas**, v. 11, n. 2, p. 215-220, 2005.

PEDROTTI, A., CHAGAS, R. M., RAMOS, V. C., DO NASCIMENTO PRATA, A. P., LUCAS, A. A. T., & DOS SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, RS, v.19, n.2, p.1308-1324, 2015.

PRAXEDES, S. C.; LACERDA, C. F. de; DAMATTA, F. M.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.196, p.193-204, 2010.

RASSINI, J. B. Manejo de Água de Irrigação para Alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.6, p.1681-1688, 2001.

RHOADES, J., KANDIAH, A., & MASHALI, A. M. **Uso de água salinas para produção agrícola**. Trad. GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R. de.; QUEROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 2000.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: USA. Department of Agriculture. 1954. 160p.

RODRIGUES, V. S. **Manejo da irrigação com água salina na cultura do milho no Maciço de Baturité-Ce.** 2019. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SANTOS, G. C. L.; GARCIA, P. H. M.; VIANA, T. B. L.; BORGES, P. F.; ARAUJO, L. S.; GONZAGA NETO, S. Crescimento e eficiência do uso da água do sorgo sob distintos regimes hídricos contínuos. **Archivos de Zootecnia.** v. 69, n. 266, p. 164-171, 2020.

SCHOSSLER, T. R. et. al. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera,** Goiânia, GO, v.8, n.15, p.1564, 2012.

SILVA, E. N. da; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola,** v.68, p.62-68, 2011.

SILVA, F. L. B., DE LACERDA, C. F., NEVES, A. L. R., DE SOUSA, G. G., DE SOUSA, C. H. C., & FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga,** Botucatu, SP, v.18, n.2, p.304-317, 2013.

SILVA, I. N., FONTES, L. D. O., TAVELLA, L. B., OLIVEIRA, J. D., & OLIVEIRA, A. D. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semiárido,** Patos, PB, v.7, n.3, p.1-15, 2011.

SKONIESKI, F. R. NORNBORG, J. L., DE AZEVEDO, E. B., DE DAVID, D. B., KESSLER, J. D., & MENEGAZ, A. L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Sciences,** Maringá, PR, v.32, n.1, p.27-32, 2010.

SOUSA, G. G. D., MARINHO, A. B., ALBUQUERQUE, A. H. P., VIANA, T. V. D. A., & AZEVEDO, B. M. D. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de

biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 237-245, 2012.

SOUSA, R. A., LINS, V. F., OLIVEIRA, G. M., MEDEIROS, C. C. Características morfológicas do sorgo irrigado com água salina sob crescentes doses de esterco bovino. **Anais CONADIS...** Campina Grande: Realize Editora, 2018.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M., & MURPHY, A. **Plant physiology and development**. 6th ed. Sinauer Associates, Sunderland, CT. 2015. 885p.

TAIZ, L.; MOLLER, E. Z. I. M.; MURPHY, A. 2017. **Fisiologia e desenvolvimento /vegetal**. 6ed., Porto Alegre: Artmed. 888p.

TSIMPHO, CELESTINO JOLAMO. **Efeito da salinidade da água de irrigação e de frações de lixiviação no cultivo do milho (*Zea mays L.*)**. 2011. 87 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.266-279, 2006.