

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria
909/95, DOU 01/08-95

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agrônômica



LAÍRES SALES REIS

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA
BETERRABA: PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO E DA
PLANTA**

**JUAZEIRO - BA
2024**

LAÍRES SALES REIS

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA
BETERRABA: PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO E DA
PLANTA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, Curso de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC(AGR152).

Orientador: Prof. Dr. Emanuel Ernesto Fernandes Santos

**JUAZEIRO - BA
2024**

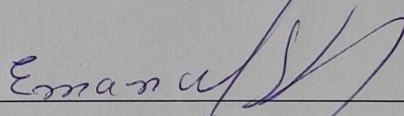
LAÍRES SALES REIS

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA BETERREBA:
PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO E DA PLANTA**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como pré-requisito parcial à obtenção ao grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica no curso de graduação em Engenharia Agrônômica do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia.

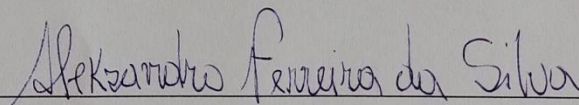
Aprovado em 20/12/2024.

BANCA EXAMINADORA



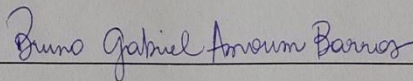
Prof. Dr. Emanuel Ernesto Fernandes Santos (Presidente/Orientador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Prof. Dr. Aleksandro Ferreira da Silva - DTCS - Agronomia (primeiro examinador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Engenheiro Agrônomo Bruno Gabriel Amorim Barros – (segundo examinador)

Juazeiro BA

2024

RESUMO

A disponibilidade hídrica no semiárido baiano é um dos fatores limitantes para produção agrícola local. Os mananciais hídricos disponíveis, na maioria das vezes, apresentam elevadas concentrações de sais, e seu uso pode alterar as características químicas dos solos e a da planta. A utilização dessas águas depende entre outros fatores, da tolerância de cada espécie vegetal ao estresse salino, com, por exemplo, a beterraba. De forma que pode gerar alterações na composição química do solo e da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química de *Beta vulgaris* cultivada sob irrigação com água salina e seu efeito sobre a composição química do solo. O experimento foi conduzido no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, campus III da Universidade do Estado da Bahia, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, constituídos por água de diferentes composições química (CEa1, CEa2, CEa3, CEa4, CEa5), com quatro repetições; a parcela experimental foi constituída por um vaso tipo jardineira (7,0 dm³) com cinco plantas - preenchidos com Neossolo Flúvico. A irrigação foi realizada por um período de 93 dias, quando foi realizada a colheita e coleta de solo para análise química. A salinidade na água de irrigação contribuiu para o aumento da massa fresca e seca da parte aérea e redução da raiz. A composição química do solo apresentou alteração com relação a condição inicial, apresentando aumento para Ca e P, com redução para K em todos os tratamentos. Mg, Na e S apresentaram aumento, exceto para CEa1 podendo esse comportamento ser resultado da composição química das águas dos tratamentos. Houve aumento na PST e na CE em todos os tratamentos sob irrigação com água salina. Os tratamentos com água de poço obtiveram maiores médias da massa fresca e seca em comparação ao CEa1. A ordem decrescente do acúmulo de macronutrientes, na parte aérea foi: N, K, P, Ca e Mg com exceção para P e Ca no CEa2; Mg e Ca no CEa3, que inverteram ordem de acúmulo enquanto os micronutrientes apresentaram ordem de acúmulo referente a: Fe, Mn, Zn e Cu, divergindo apenas para CEa3 e CEa5 (Fe, Mn, Cu e Zn; e Fe, Zn, Mn e Cu, respectivamente). Na raiz os macronutrientes apresentaram a seguinte ordem decrescente N, K, P, Ca e Mg, divergindo apenas para CEa4 que apresenta ordem oposta com relação a P e K, e CEa5 que apresenta a ordem oposta para N e P. Na raiz o acúmulo de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: Fe, Mn, Zn e Cu, variando apenas para CEa3 e CEa5 apresentou Fe, Zn, Cu e Mn. A

irrigação com água salina influenciou negativamente a composição química do solo e da planta, promovendo acúmulo de sódio gerando antagonismo com outros elementos.

Palavras-chave: Agricultura Bioassalina, *Beta vulgaris*, Região Semiárida da Bahia.

ABSTRACT

Water availability in the semi-arid region of Bahia is one of the limiting factors for local agricultural production. The available water sources, in most cases, have high concentrations of salts, and their use can alter the chemical characteristics of the soil and the plants. The use of these waters depends, among other factors, on the tolerance of each plant species to saline stress, such as beetroot, for example. This can cause changes in the chemical composition of the soil and the plant. The objective of this study was to evaluate the chemical composition of *Beta vulgaris* cultivated under irrigation with saline water and its effect on the chemical composition of the soil. The experiment was conducted at the Department of Technology and Social Sciences, campus III of the State University of Bahia, in a completely randomized design with five treatments, consisting of water of different chemical compositions (CEa1, CEa2, CEa3, CEa4, CEa5), with four replicates; the experimental plot consisted of a planter-type pot (7.0 dm³) with five plants - filled with Fluvic Neosol. Irrigation was carried out for a period of 93 days, when the soil was harvested and collected for chemical analysis. The salinity in the irrigation water contributed to the increase in fresh and dry mass of the aerial part and reduction of the root. The chemical composition of the soil showed changes in relation to the initial condition, showing an increase for Ca and P, with a reduction for K in all treatments. Mg, Na and S showed an increase, except for CEa1, and this behavior may be a result of the chemical composition of the treatment waters. There was an increase in PST and CE in all treatments under irrigation with saline water. The treatments with well water obtained higher averages of fresh and dry mass compared to CEa1. The decreasing order of accumulation of macronutrients in the aerial part was: N, K, P, Ca and Mg with the exception of P and Ca in CEa2; Mg and Ca in CEa3, which inverted the accumulation order while the micronutrients presented an accumulation order related to: Fe, Mn, Zn and Cu, diverging only for CEa3 and CEa5 (Fe, Mn, Cu and Zn; and Fe, Zn, Mn and Cu, respectively). In the root, the macronutrients presented the

following decreasing order N, K, P, Ca and Mg, diverging only for CEa4 that presents the opposite order in relation to P and K, and CEa5 that presents the opposite order for N and P. In the root, the accumulation of micronutrients presented the following decreasing order: Fe, Mn, Zn and Cu, varying only for CEa3 and CEa5 presented Fe, Zn, Cu and Mn. Irrigation with saline water negatively influenced the chemical composition of the soil and the plant, promoting sodium accumulation generating antagonism with other elements.

Keywords: Biosaline Agriculture, *Beta vulgaris*, Semiarid Region of Bahia.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Capacidade de Troca Catiônica – CTC, do solo submetido à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024. 17
- Figura 2.** Percentual de Saturação - V% do Solo submetido à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024. 18
- Figura 3.** Massa Fresca e Seca da Parte Aérea em Beterraba submetida à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024. 19
- Figura 4.** Massa Fresca e Seca da Raiz em Beterraba submetida à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024. 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química das águas utilizadas nos tratamentos para irrigação de beterraba, em Juazeiro – BA, 2024.....	12
Tabela 2. Teores de cálcio - Ca, magnésio -Mg, sódio – Na, potássio - K, fósforo - P e na soma de bases (valor S) dos solos submetidos à irrigação com água com diferentes concentrações salinas. Juazeiro – BA, 2024.....	15
Tabela 3. Características químicas dos solos utilizados no experimento após serem submetidos à irrigação com água com diferentes CE, em Juazeiro – BA, 2024.....	16
Tabela 4. Composição química de macronutrientes e sódio na beterraba submetida a irrigação com água salina, Juazeiro – BA, 2024.	22
Tabela 5. Composição química de micronutrientes na beterraba submetida a irrigação com água salina, Juazeiro – BA, 2024.....	25

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
3.1. ATRIBUTOS QUÍMICOS DA ÁGUA UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO	15
3.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	15
3.3. AVALIAÇÃO DA FITOMASSA	18
3.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA FITOMASSA.....	20
4. CONCLUSÕES	27
5. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A Beterraba é uma cultura que possui altas concentrações de fibra, minerais, vitaminas e aminoácidos que estão associados a processos antioxidantes e de regulação osmótica (Subbarão *et al.* 2001; Baião *et al.*, 2010). Essa planta é tolerante a salinidade, apresentando valores de salinidade limiar (CE) de $7,0 \text{ dSm}^{-3}$ (Ayers e Westcot, 1991). O valor pode ser variável em função das concentrações de sais que restringem o crescimento da planta oscilam entre variedades (Costa *et al.*, 2003).

Essa cultura por ser tolerante viabiliza o uso de irrigação com água salina nos cultivos que é quase inevitável em áreas com altas temperaturas e baixa precipitação, condições características de regiões semiáridas, como o semiárido baiano (Pedrotti *et al.* 2015), devido a disponibilidade dessas águas durante todo o ano e às vezes ser a única disponível para uso. Para utilizar essa água nos cultivos é necessário que se faça um manejo racional, de forma que se atinja a produtividade esperada na cultura e com boa qualidade, sem proporcionar riscos de salinização para os solos (Medeiros *et al.* 2007) e o desenvolvimento das plantas.

As respostas positivas no cultivo só são possíveis quando o produtor tem conhecimento dos problemas ocasionados devido à salinidade da água e as soluções para atenuar estes impactos (Santos, 2016). Desta forma, Silva *et al.* (2014) demonstram que uma das alternativas para minimizar os efeitos dos sais presentes em água salina é por meio da sua mistura com água de baixa concentração de sais. Assegurar a exploração racional dos recursos hídricos e vegetais no semiárido, fixando o homem no campo evitando o êxodo rural.

A condutividade elétrica da água de irrigação pode afetar negativamente no acúmulo de nutrientes nas plantas, o que reduz o tamanho de frutos e diminui a produção (Carmo, 2009), afetando vários processos fisiológicos e bioquímicos ao longo do ciclo de vida da planta. A resposta da planta à salinidade é complexa e variável com as condições ambientais e da planta (Maas e Hoffman, 1997).

Conforme Munns (2002), a presença de altos teores de sais gera estresse as plantas por conta da atividade osmótica de retenção da água, além da ação de íons sobre o protoplasma impactando a nutrição mineral das plantas. Ferreira *et al.* (2001) ressalta que o NaCl gera redução na absorção e transporte de elementos minerais essenciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas, influenciando na absorção de elementos que entram em contato com a raiz por fluxo de massa.

Nessa condição, se observa problemas de toxicidade. De acordo com Smedema e Rycroft (1988), são decorrentes da concentração elevada de um cátion ou ânion específico, por exemplo, resultando uma excessiva ou desbalanceada absorção pelas plantas. Alterando sua composição química natural e gerando acúmulo do composto iônico de cloreto de sódio NaCl em sua fitomassa.

Medeiros e Gheyi (1997) complementam que pode acontecer de a concentração de sais não atingir níveis que prejudicam a absorção de água pelas plantas, porém, a concentração de íons diversos pode desencadear interferências indiretas de forma a ser um empecilho para uma boa absorção de elementos essenciais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química de *Beta vulgaris* cultivada sob irrigação com água salina e seu efeito na composição química do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em campo experimental abortando na sua metodologia avaliações adotando dados quantitativos e qualitativos, no casa de vegetação Plantas Nativas da Caatinga, sombreamento de cor preto (50%), no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, campus III, Juazeiro - BA, latitude 9°25'43"S, longitude 40°32'14"W, altitude 384m. O clima da região é do tipo semiárido quente e seco (Bsh).

Os tratamentos foram constituídos por cinco águas com diferentes composições químicas (tabela 1): CEa1: Água do Rio São Francisco, coletada nos canais de irrigação do DTCS III Juazeiro; CEa2: Água de poço localizado no Distrito Carnaíba do Sertão; CEa3: Água de poço localizado no Bairro Dom José Rodrigues; CEa4: Água resultante da diluição da CEa1 (60%) com água do CEa5 (40%) e CEa5: Água de poço localizada no Bairro Juazeiro 8. As águas utilizadas foram armazenadas em galões plásticos com capacidade de 20,0L, mantidos à sombra.

Tabela 1. Caracterização química das águas utilizadas nos tratamentos para irrigação de beterraba, em Juazeiro – BA, 2024.

Tratamentos	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	pH	CE dSm ⁻¹
	Mgdm ⁻³					
CEa1	1,2	0,8	0,08	0,08	7,62	0,11
CEa2	14,0	4,2	1,47	0,12	7,13	1,80
CEa3	1,2	8,9	0,28	0,27	7,84	2,87
CEa4	13,5	13,4	3,0	0,07	7,42	3,99
CEa5	25,3	32,5	7,38	0,06	7,15	6,36

*Dados: Laboratório de Análise de Solo, Água e Calcário - LASAC, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB/DTCS campus III, Juazeiro - BA.

Como planta teste adotou-se a Beterraba cultivar Katrina. As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno, 200 células, preenchidas com uso do substrato comercial “plantmax” e irrigadas com a água de menor CE. Após apresentarem cinco a seis folhas definitivas foram transplantadas para vasos com capacidade de 7,0 dm³, perfurados na base, com a finalidade de favorecer a drenagem.

Os vasos foram preenchidos com Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1999), coletado na camada superficial (0,0 – 20,0 cm): pH= 7,6; P= 27,0 mgdm⁻³; CE= 0,79

dSm^{-1} ; $Ca^{2+} = 6,4 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $Mg^{2+} = 2,6 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $K^+ = 0,27 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $Na^+ = 0,02 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $S = 9,3 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $Al^{3+} = 0,0 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $H^+ + Al^{3+} = 0,33 \text{ cmol}_c dm^{-3}$; $V = 97\%$, $PST = 0,21\%$). O solo foi adubado, conforme Cavalcanti (2008) equivalente a: 40 $g.kg^{-1}$ por hectare de N, 120 por hectare de P_2O_5 e 60 por hectare de K_2O – fundação; 40 por hectare de Ne 30 por hectare de K_2O – cobertura.

Foram transplantadas dez plantas por vaso, dez dias após o transplante foi realizado um desbaste deixando cinco plantas por vaso, totalizando 25 plantas por repetição. Aos 93 DAT foi realizada a colheita e as plantas foram conduzidas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Calcário – LASAC, do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, campus III.

As plantas foram lavadas em água corrente, separadas em raízes e parte aérea, pesadas para se obter a massa fresca e depois de colocadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa ($65^\circ C \pm 2^\circ C$), até obter massa constante (massa fresca da parte aérea e raiz – MFPA, MFR), realizando a determinação da sua massa seca (massa seca da parte aérea e raiz – MSPA, MSR). Em seguida, o material vegetal foi triturado, em moinho tipo ‘Willey’, sendo as amostras submetidas à determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn e Na.

O N foi determinado após digestão sulfúrica pelo método de micro Kjeldahl. Os nutrientes P, K, Ca, Mg, Mn e Zn foram determinados após digestão nítrico-perclórica. Para essas avaliações foram tomadas a média de cinco plantas por repetição. As análises de tecido vegetal foram realizadas no Laboratório de Físico-Química Solos e Plantas do IF Sertão PE. O P foi determinado por espectrometria pelo método do metavanadato. Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, e Zn foram determinados por espectrometria de absorção atômica. O K e o Na, foram determinados por fotometria de chama (Malavolta *et al.* 1997).

No final do experimento foi realizada amostragem do solo, por repetição para determinação química: pH (H_2O), CE (dSm^{-1}), P ($mg dm^{-3}$), K, Na, Ca, Mg, Al, $H^+ + Al$ e calculada soma de bases (valor S), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), valores dados em $cmol}_c dm^{-3}$, saturação por bases (V%) e Percentual de Sódio Trocável (PST%). As análises de solo foram determinadas no Laboratório de Análise De Solo, Água e Calcário do Departamento de Tecnologias e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, campus III Juazeiro, conforme a metodologia da EMBRAPA (1999).

Os dados foram submetidos à análise da variância, adotando-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade, na comparação das médias através do software AgroEstat (Barbosa e Maldonato, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ATRIBUTOS QUÍMICOS DA ÁGUA UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO

Conforme Ayers e Westcot (1999) a qualidade da água diz respeito às características que podem afetar sua adequabilidade para os usos específicos, de forma a variar com sua função de uso, como por exemplo, a quantidade de íons presentes em sua constituição.

Com base na classificação de Ayers e Westcot (1991) observando a CE apresentada no tratamento CEa1 foi classificado como normal, CEa2 e CEa3 com restrição ligeira, e os tratamentos CEa4 e CEa5 como restrição severa. Quanto ao teor de Na^+ nas águas dos tratamentos CEa4 e CEa5, baseada na mesma classificação, apresentaram classificação de restrição de ligeira a moderada. Os demais tratamentos não apresentaram restrições quando a concentração de sódio (Tabela 1).

A diluição da água do tratamento CEa5, com água do tratamento CEa1 resultou na redução dos parâmetros avaliados apresentando com alternativa para minimizar os efeitos deletérios ocasionados pelas concentrações elevadas, o que pode prejudicar o desenvolvimento das plantas e salinização dos solos.

3.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Houve diferença significativa nos teores de cálcio - Ca, magnésio -Mg, sódio - Na, potássio - K, fósforo - P e na soma de bases (valor S) dos solos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de cálcio - Ca, magnésio -Mg, sódio - Na, potássio - K, fósforo - P e na soma de bases (valor S) dos solos submetidos à irrigação com água com diferentes concentrações salinas. Juazeiro - BA, 2024.

Tratamentos	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	P	S
	$\text{Cmol}_c\text{dm}^{-3}$			mgdm^{-3}		
Valor Inicial*	6,4	2,6	0,02	0,27	27,00	9,3
CEa1	6,53c	0,70c	0,02c	0,21ab	80,25b	7,46c
CEa2	10,73a	1,70c	0,16c	0,15c	111,25a	12,73bc
CEa3	6,10c	5,86b	2,35a	0,19bc	95,25ab	14,51b
CEa4	8,90abc	7,18b	0,71bc	0,17bc	91,00ab	16,95ab
CEa5	9,88ab	11,60a	1,20b	0,25a	100,50ab	22,92a

*Caracterização química do solo antes do início do experimento. Letras iguais não diferem entre si, para mesma variável, pelo teste Tukey a 5%.

Houve um aumento nas bases trocáveis quando comparados ao solo antes do início da irrigação nos tratamentos sob irrigação com água salina refletindo a composição química das águas utilizadas nos tratamentos (Tabela 1 e 2). Com exceção do potássio observa-se que houve aumentos na concentração iônica do solo em todos os tratamentos.

Houve aumento do teor de cálcio e fósforo em relação ao solo em ambos os tratamentos. Redução nos teores de potássio para todos os tratamentos (CEa1 = 22,22%; CEa2 = 44,44%; CEa3 = 29,63%; CEa4 = 37,04% e CEa5 = 7,41%). Houve aumento significativo nos teores de cálcio nos tratamentos CEa2 e CEa5 quando comparado aos tratamentos CEa1 e CEa3. Em relação ao magnésio observa-se que houve aumento significativo na CEa5 quando comparado aos outros tratamentos.

Esse comportamento é o mesmo encontrado por Rodrigues *et al.* (2018) ao avaliar os atributos químicos do solo cultivado com milho submetido a irrigação com água salina. O comportamento do cálcio, nesse trabalho é semelhante ao encontrado por Gonçalves *et al.* (2011) estudando alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas durante 65 dias.

Conforme Yeo e Flowers (1989) em ambientes com concentração salina elevada dificultam a absorção de água e nutrientes em função do baixo potencial total da solução do solo e da competição química entre nutrientes e sais ali presentes podendo impactar na composição química da fitomassa. Além de que o acúmulo de sais provoca a redução de massa fresca e conseqüentemente da massa seca da planta (Munns e Gilliam, 2015).

O uso de água com maiores concentrações de sais afetou negativamente a condutividade elétrica do solo e percentual de sódio trocável. Observou-se aumento na PST dos tratamentos com água salobra em relação ao solo (Tabela 3), onde a CEa1 apresentou redução na CEa1 passando de 0,79 dSm⁻¹ para 0,51 dSm⁻¹ comportamento oposto ao encontrados nos demais tratamentos, que apresentaram aumento.

Tabela 3. Características químicas dos solos utilizados no experimento após serem submetidos à irrigação com água com diferentes CE, em Juazeiro – BA, 2024.

Tratamentos	pH _{H2O}	CE dSm ⁻¹	PST %	Classificação
Valor Inicial*	7,6	0,79	0,21	Normal
CEa1	6,85a	0,52b	0,27d	Normal
CEa2	6,37b	16,55c	1,19ab	Salino
CEa3	7,00a	28,80bc	15,83a	Salino-Sódico
CEa4	6,42b	35,05ab	4,11bc	Salino
CEa5	6,78a	44,62a	5,21b	Salino

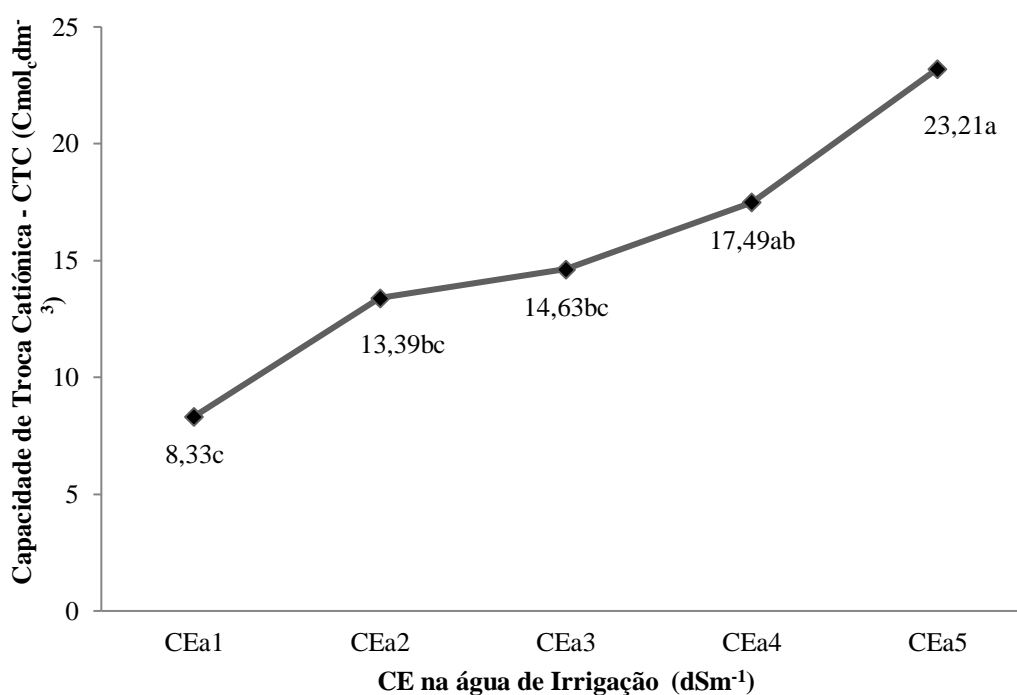
*Caracterização química do solo antes do início do experimento. Letras iguais não diferem entre si, para mesma variável, pelo teste Tukey a 5%

Observa-se redução no pH dos solos analisados com o aumento da CE (tabela 3). Esse comportamento é comum, de acordo com Brady (1989), o decréscimo nos valores do pH do solo, nessa situação, ocorre em função da adição de cálcio e cloro ao solo pela água da irrigação, fazendo com que haja um aumento na concentração dos íons de hidrogênio na solução do solo. Os solos sob irrigação foram classificados com salinos (CEa2, CEa4 e CEa5) e salino sódico (CEa3).

O excesso de sais solúveis e/ou sódio trocável, presentes na CEa2, CEa3, CEa4 e CEa5 pode prejudicar a estrutura do solo e conseqüentemente o desenvolvimento das raízes. Ao avaliar a CTC do solo, observou-se que houve um aumento de acordo com as concentrações iônicas na água de irrigação (Figura 1). Santana *et al.* (2003) ao avaliar feijoeiro cultivado em solo, sob irrigação salina observaram que houve aumento para os valores da CTC bem como para saturação por bases.

Garcia (2006) observa que quando aumenta os valores da CTC nessas condições ocorre é em função da elevada concentração de sódio em sua composição, fato que pode ter ocorrido no presente trabalho. Apresentando aumento da PST e CE no solo.

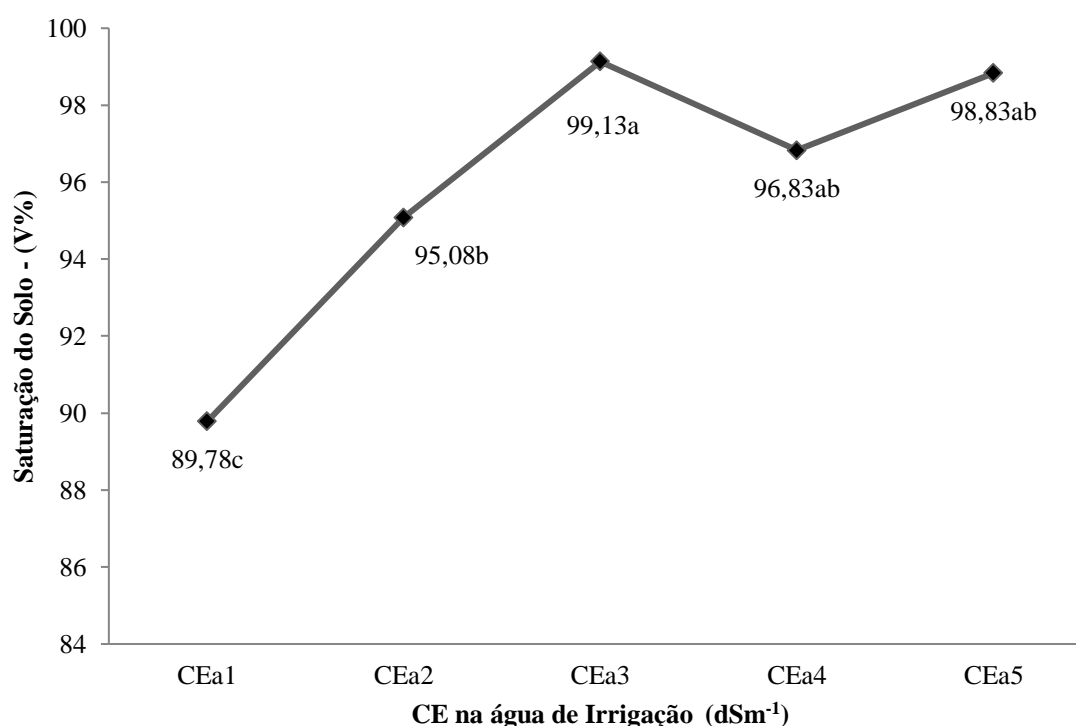
Figura 1. Capacidade de Troca Catiônica – CTC, do solo submetido à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024.



Medias seguidas ór letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%

A saturação por bases (V%) apresentou efeito significativo com maiores valores no CEa3, CEa5 e CEa4 (Figura 2). Esse comportamento ocorre devido ao acúmulo de íons no solo pela irrigação diária com água com elevados teores de cálcio, magnésio, sódio e potássio, entre outros elementos (Tabela 1).

Figura 2. Percentual de Saturação - V% do Solo submetido à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024.

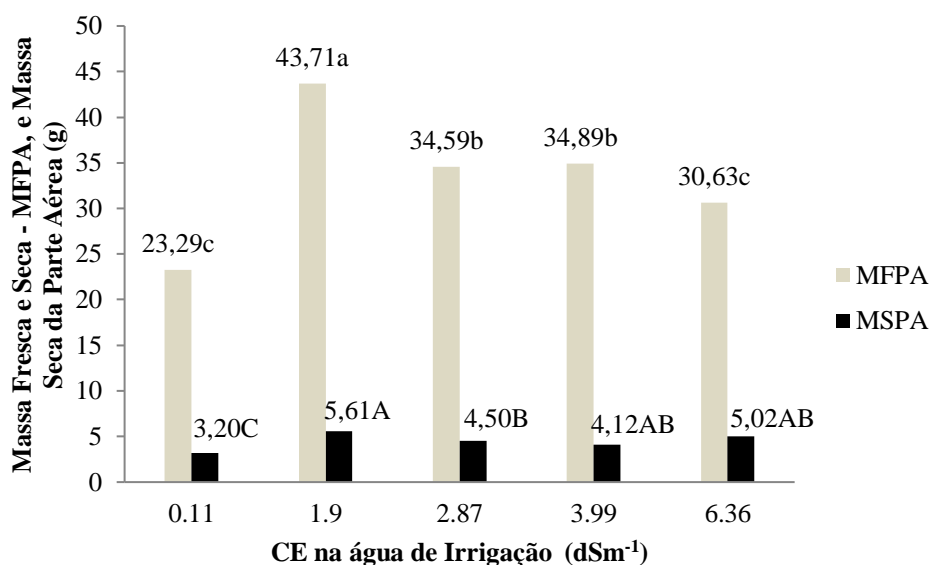


Medias seguidas ór letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%

3.3. AVALIAÇÃO DA FITOMASSA

A massa fresca e seca da parte aérea foram afetadas pela salinidade na água de irrigação. As menores médias para essas variáveis foram do tratamento CEa1 (exceto do tratamento com água de maior CE). Enquanto as maiores médias foram observadas na CEa2 (Figura 3). O tratamento CEa5, não apresentou diferença estatística para o tratamento CEa4, para massa fresca da parte aérea diferindo estatisticamente dos demais tratamentos que apresentou as menores médias.

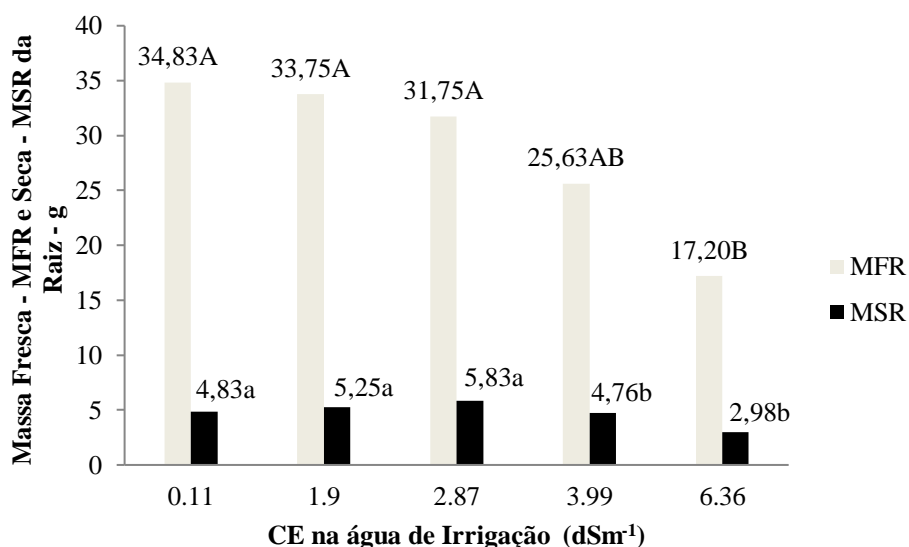
Figura 3. Massa Fresca e Seca da Parte Aérea em Beterraba submetida à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024.



Médias seguidas por letras maiúsculas, para massa fresca da parte aérea, e as médias seguidas por letras maiúsculas massa seca da parte aérea, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se uma tendência de redução da massa fresca e seca das raízes com o aumento da CE dos tratamentos. Não apresentaram efeito significativo na massa fresca das raízes entre os tratamentos CEa1, CEa2, CEa3 e CEa4. Para massa seca das raízes o tratamento CEa5 apresentou redução (Figura 4).

Figura 4. Massa Fresca e Seca da Raiz em Beterraba submetida à irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa), Juazeiro - BA, 2024.



Médias seguidas por letras maiúsculas, para massa fresca das raízes, e as médias seguidas por letras maiúsculas massa seca das raízes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Moya *et al.* (1999), sugerem que a maior redução no crescimento da raiz diminui a extração de íons potencialmente tóxicos do solo e favorecem a aclimatação da planta ao estresse salino. Silva e Nascimento (2019) observaram aumento da massa fresca e seca da raiz em tratamentos com água salina avaliando o desenvolvimento de girassol. De acordo com Gomes (2005) e Ungaro *et al.* (2009), plantas quando são submetidas a estresse salino tendem a produzir raízes maiores que se aprofundam mais no solo buscando sair da condição de estresse.

3.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FITOMASSA

Na tabela 4, observa-se o acúmulo de macronutrientes e sódio na parte aérea e raízes. O Acúmulo de macronutrientes na beterraba sob irrigação água salina foi na seguinte ordem decrescente: N, K, P, Ca e Mg com exceção para fósforo e Cálcio no CEa2; Magnésio e Cálcio no CEa3, provavelmente consequência da relação Ca:Mg na água destes tratamentos (Tabela1).

O teor de nitrogênio total acumulado na planta foi de 69,67; 93,52; 55,63; 67,38 e 54,61 g.kg⁻¹ de matéria seca para CEa1, CEa2, CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. Foi observado maior acúmulo de nitrogênio na parte aérea: 62% para CE = 0,11 dSm⁻¹, de 65% para CE = 1,90 dSm⁻¹; 62% para CE = 2,87 dSm⁻¹; 70% para CE = 3,99 dSm⁻¹; 64% para CE = 6,36 dSm⁻¹.

Maiores percentuais de nitrogênio na parte aérea foi também observado por Granjeiro *et al.* (2007), enquanto Gondin *et al.* (2011) observaram maior acúmulo de nitrogênio nas raízes. Não foi observado diferença estatística para os teores de nitrogênio na fitomassa, entretanto os maiores valores acumulados estavam na parte aérea da planta. Os teores podem ter sofrido inibição no processo de absorção de nitrato devido à interação NO₃⁻/Cl⁻ nos sítios de absorção ou à despolarização da membrana pelo sódio, o que tem sido associado à inibição não-competitiva de absorção de NO₃⁻, segundo Hawkins e Lewis (1993).

Além de que pode apresentar outro comportamento, como o relatado por Marschner (1995), onde verificou que a presença do íon cloro em solução do solo é capaz de reduzir a absorção de nitrogênio, principalmente àquele que é fornecido na forma nítrica, apresentando efeito denominado antagônico.

O acúmulo total de fósforo: 20,90; 13,86; 30,74; 2,21 e 31,22 g.kg⁻¹ de matéria seca para CEa1, CEa2, CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. Observa-se uma tendência

de acúmulo de fósforo nas raízes (CEa1 = 45%; CEa2 = 56%; CEa3 = 63%; CEa4 = 61% e CEa5 = 67%), exceção para o CEa1 que apresentou maior concentração na área foliar (CEa1 = 55%). Esse comportamento pode ter relação com o alto acúmulo de fósforo no solo (tabela 2) que representou aumento do valor inicial de 197,22%; 312,96%; 252,78%; 237,04% e 272,22% para CEa1, CEa2, CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente.

O fósforo é um elemento com funções importantes, como a composição do ATP que é responsável pelo armazenamento e transporte de energia para processos e absorção ativa de nutrientes (Taiz e Zeiger, 2004). Em caso de restrição no fornecimento de fósforo no início do desenvolvimento, ocorre restrição no crescimento de forma irreversível (Grant *et al.*, 2001).

De acordo com Ferreira *et al.* (2007) e Carmo *et al.* (2011) que os menores teores de fósforo presentes no tecido foliar ocorrem em função dos efeitos de força iônica, que são responsáveis por reduzir a atividade do fosfato na solução do solo, gerando uma elevada adsorção do fosfato e a diminuição da solubilidade desse mineral, em função do aumento dos teores de sódio, como observado no presente trabalho e de cloro presentes no solo.

Para Grattan e Grieve (1999) a interação entre a salinidade e a nutrição mineral de fósforo em plantas é complexa e que vai depender da espécie a ser estudada, bem como da concentração de fósforo no solo e dos tipos de sais e nível de salinidade da água de irrigação utilizada. Esse comportamento é comum na cultura e apresenta resultados semelhantes ao encontrado por Granjeiro *et al.* (2006) no experimento em que avaliaram o acúmulo de nutrientes pela cultura da beterraba em condições de altas temperaturas e luminosidade.

O acúmulo total do potássio foi de 57,70; 28,90; 49,50; 50,00 e 53,00 g.kg⁻¹ na massa fresca da fitomassa da planta para CEa1, CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. As maiores concentrações de potássio foram na parte aérea das plantas. À medida que aumentou a CEa observa-se o aumento do potássio na parte aérea e raízes das plantas, com exceção para o de menor CEa, com comportamento oposto. Apresentou redução na concentração presente nos solos iniciais com relação ao final do experimento (tabela 2). O potássio apresentou diferença estatística apenas para a parte foliar com maiores teores em CEa1 seguido por CEa4, CEa5, CEa3 e CEa2.

Tabela 4. Composição química de macronutrientes e sódio na beterraba submetida a irrigação com água salina, Juazeiro – BA, 2024.

CEa1 (0,11dS m ⁻¹)		CEa2 (1,90dS m ⁻¹)		CEa3 (2,87dS m ⁻¹)		CEa4 (3,99dS m ⁻¹)		CEa5 (6,36dS m ⁻¹)	
Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz
N(g Kg ⁻¹ matéria seca)									
42,91a	26,76A	60,62a	32,90A	34,63a	21,00A	47,43a	19,95A	34,83a	19,78A
%									
62	38	65	35	62	38	70	30	64	36
P (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
11,48a	9,42B	6,10a	7,76B	7,91a	13,69AB	12,12a	18,62A	13,29a	17,93A
%									
55	45	44	56	37	63	39	61	43	67
K (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
41,50a	16,00A	16,90b	18,00A	31,50a	18,00A	33,00a	17,00A	32,50a	20,50A
%									
72	28	48	52	64	36	66	34	61	39
Ca (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
7,24bc	3,12AB	14,32a	3,83A	4,57c	1,39B	7,91b	2,46AB	8,28b	2,46AB
%									
70	30	79	21	77	23	76	24	77	23
Mg(g Kg ⁻¹ matéria seca)									
6,58b	1,62A	11,60a	1,82A	6,69b	1,36A	10,78ab	1,24A	13,30a	1,51A
%									
80	20	86	14	86	14	90	10	84	16
Na (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
0,60b	2,00D	10,90b	4,50C	39,00a	8,00A	28,50a	5,00BC	39,0a	6,00B
%									
23	77	71	29	83	17	85	15	87	13

Médias seguida por letras minúsculas na parte aérea e as medias seguidas por letras maiúsculas, para o mesmo elemento, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Conforme Lucena *et al.* (2011) as plantas tolerantes à salinidade são capazes de manter altas relações K/Na nos tecidos, pelo aumento da absorção de potássio e consequente fazendo com que haja uma redução da absorção de sódio, o potássio contribui para manter a relação K/Na alta.

Em ambiente salino com alta concentração de sódio como é o caso dos tratamentos CEa2,CEa3, CEa4 e CEa5 as plantas conseguem regular a absorção de K⁺devido sua capacidade seletiva, absorvendo grande quantidade, normalmente requerida pelas plantas, ser de fundamental importância na redução dos efeitos salinos sobre as plantas, por se tratar do principal componente do ajustamento osmótico (Reggiani; Bozo; Bertani, 1995).

Esse ajustamento é responsável por promover o aumento no efluxocitossólico de potássio nas raízes das plantas, essa resposta pode ser decorrente das trocas osmoticamente induzidas na permeabilidade do plasmalema, como também da substituição de cálcio por sódio na membrana, abrindo canais para o potássio, segundo Azevedo Neto e Tabosa (2000).

Greenway e Munns (1980); Boursier *et al.* (1987); Boursier e Läuchli (1990), afirmam que há uma tendência de estabilização nos teores de sódio da raiz da planta, observada em concentrações salinas médias e altas, no qual podem representar uma saturação do mecanismo de retenção de sódio na raiz e demonstra que existe uma capacidade finita deste órgão na atuação como reservatório de sódio para o limbo da planta, fato não observado no presente trabalho, onde observa-se que maiores teores de sódio foi maior na parte aérea, exceto para o tratamento de menor CEa.

O teor de sódio apresentou diferença estatística na fitomassa com maiores valores no CEa3 que ao final do experimento apresentou um solo classificado como salino-sódico (Tabela 2). Kawasaki *et al.* (1983) afirma que o aumento da concentração de sódio no meio radicular pode inibir o influxo de potássio devido a relação competitiva entre cátions monovalentes.

O excesso de sódio acumulado durante o estresse salino é responsável pela inibição de forma competitiva a captação de potássio e interrompe a relação K/Na nas células (Basu *et al.* 2017). Essa relação é utilizada como índice para determinação de toxicidade de sódio, devido ao fato deste íon inibir a atividades enzimas que requerem potássio (Greenway e Munns, 1980). A manutenção de baixas relações Na^+/K^+ , é uma característica adaptativa das plantas para a manutenção do crescimento em ambientes salinos, pois permite que as células realizem suas principais funções em níveis próximos ao da normalidade das plantas (Grattan e Grieve, 1999).

O acúmulo total de sódio foi de 2,60; 15,40; 47,00; 33,50 e 45,00 $g.kg^{-1}$ na massa seca da fitomassa das plantas para CEa1, CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. O maior acúmulo para ambos os tratamentos exceto CEa1 foi foliar, dentre os tratamentos o que apresentou maior acúmulo total foi CEa3. Esse comportamento se dá devido aos teores de sódio na composição da água (tabela 1) que corroboraram para aumento desses teores nos solos sobre os tratamentos (tabela 2) chegando a apresentar classificação em ambos de salino e no CEa3 de Salino-sódico.

O acúmulo dos íons de sódio e cloro na parte aérea a níveis excessivos pode ocorrer dentro de dias e/ou semanas conforme o nível de salinidade do solo, das condições ambientais e da capacidade genotípica para excluir esses íons da corrente transpiratória (Munns, 2002). Além de ocasionar distúrbios na planta, no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico (Potássio e Cálcio em relação ao Sódio), bem como os efeitos sobre as atividades de certas enzimas e membranas (Taiz e Zeiger, 2004).

Medeiros e Gheyi (1997), afirmam que o efeito desses íons é predominante em ambientes salinos e geram uma absorção desbalanceada de elementos essenciais. Além de que exerce efeito negativo no ambiente celular, com efeitos tóxicos, em diversas reações enzimáticas se quando apresenta uma inadequada compartimentação entre citoplasma e vacúolo gera desidratação e diminuição da turgescência da célula, provocando a morte celular em folhas e ramos gerando senescência (Marschner, 1995).

O acúmulo total de Cálcio: 11,07; 17,44; 5,96; 10,37 e 10,74 g kg⁻¹ de massa seca na fitomassa para CEa1,CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. Esses valores tiveram efeito da concentração presente na água de irrigação (tabela 1) o que corroborou para os teores presentes no solo (Tabela 2) apresentando aumento para todos os tratamentos com relação ao valor inicial presente no solo, exceto para CEa3 que reduziu de 6,40 para 6,10 cmol_cdm⁻³. O alto teor presente na CEa2 refletiu na maior concentração no solo e na composição química dentre os tratamentos.

O teor de cálcioapresentou diferença estatística na fitomassa. O acúmulo contribuir na tolerância ao estresse salino, devido ao seu papel essencial na integridade da membrana plasmática das células vegetais, haja vista a importância da seletividade da membrana nos processos de absorção e compartimentação iônica (Azevedo e Tabosa., 2000).

O acúmulo total de magnésio: 8,47; 13,42; 8,05; 12,02e 15,81 g kg⁻¹ da massa seca da fitomassa para CEa1,CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente.Apresentou diferença estatística apenas para a parte aérea com os maiores valores em CEa5 e CEa2 (tabela 4). Os teores desse elemento na composição química da água (tabela 1) contribuíram para as concentrações no solo (tabela 2) apresentando redução para de 73,08% e 34,62% para CEa1 e CEa2, e aumento de 125% para CEa3, 176,15% para CEa4 e 307,69% para CEa5.

Dantas *et al.* (2006), apresentaram resultados divergentes aos encontrados neste trabalho, ao avaliar a fitomassa da planta não observaram variações nos teores de magnésio nas folhas. O magnésio é um nutriente com funções importantes na célula vegetal, como a síntese de proteínas e clorofilas, ativação enzimática, fosforilação, fotossíntese, até a partição de carbono no tecido vegetal, de forma que, em plantas deficientes em magnésio, a queda na capacidade fotossintética altera o suprimento de fotoassimilados, alterando as relações fonte/dreno (Marschner, 1995).

Santos *et al.*(2017), relata que a concentração foliar do Magnésio em função do aumento da salinidade do solo pode ocorrer em função da interação antagônica com o

cálcio. Dessa forma, no trabalho de Santos *et al.* (2017) avaliando a concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra observou que à medida que a concentração de cálcio houve redução de magnésio e quando o cálcio reduz o magnésio aumenta.

O acúmulo de micronutrientes (Tabela 5) apresentou diferença estatística para a parte aérea e raiz. Apresentando concentração na seguinte ordem decrescente de Fe, Mn, Zn e Cu, variando apenas para CEa3 e CEa5 apresentou Fe, Zn, Cu e Mn. Os maiores teores acumulados ocorreram na parte aérea das plantas. Dentre eles não houve diferença estatística para acúmulo na parte aérea de zinco e na raiz de cobre, zinco e manganês, para todos os tratamentos.

Tabela 5. Composição química de micronutrientes na beterraba submetida a irrigação com água salina, Juazeiro – BA, 2024.

CEa1 (0,11dS m ⁻¹)		CEa2 (1,90dS m ⁻¹)		CEa3 (2,87dS m ⁻¹)		CEa4 (3,99dS m ⁻¹)		CEa5 (6,36dS m ⁻¹)	
Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz	Foliar	Raiz
Cu (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
13,99a	9,88A	7,46b	7,62A	10,15ab	8,92A	9,51ab	5,92A	7,38b	8,55A
%									
59	41	49	51	53	47	62	38	46	54
Zn (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
44,05a	39,81A	48,45a	42,68A	57,53a	56,32A	55,68a	54,77A	62,66a	39,85A
%									
53	47	53	47	51	49	50	50	61	39
Fe (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
210,24a	328,14A	233,85a	161,83AB	305,71a	221,96AB	287,53a	132,85B	260,36a	216,63AB
%									
39	61	59	41	58	42	68	32	55	46
Mn (g Kg ⁻¹ matéria seca)									
168,05a	0,218A	140,67a	0,68A	7,06b	0,28A	128,88a	0,26A	14,19b	0,58A
%									
70	30	79	21	77	23	76	24	77	23

Médias seguidas por letras minúsculas na parte aérea e as médias seguidas por letras maiúsculas nas raízes m, para o mesmo elemento, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

O acúmulo total de cobre: 23,87; 15,08; 19,07; 15,43 e 15,93 g kg⁻¹ para massa seca da fitomassa para CEa1, CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. Apresentou efeito significativo apenas para a parte aérea para CEa1, CEa3 e CEa4 (59%, 53% e 62%), enquanto CEa2 e CEa5 tiveram maior acúmulo na raiz (51% e 54%).

De acordo com Murad (2010), o acúmulo do cobre pode variar com a salinidade, o tempo de exposição e a espécie em estudo. Também. Em estudo com plantas de girassol submetidas a diferentes concentrações de NaCl (0 a 600 mM) demonstraram diminuição do conteúdo de cobre nas folhas devido a salinidade (Achakzai *et al.*, 2010).

O acúmulo total do Zinco foi de 83,86; 91,13; 113; 110,45 e 102,51 g kg⁻¹ da massa seca da fitomassa para CEa1,CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. A maior concentração desse elemento se deu na parte foliar da planta (tabela 5). O zinco não apresentou diferença estatística para a fitomassa da planta. O comportamento de apresentar baixos teores de zinco na parte aérea da planta quando cultivado em Neossolo corrobora com os resultados encontrados por Valladares *et al.* (2009), que ocorre uma lixiviação deste nutriente nos solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica, que causa deficiência levando a sérios distúrbios na nutrição vegetal.

O acúmulo total de Ferro: 538,38; 395,68; 527,67; 420,38 e 476,99 g.kg⁻¹ na massa seca da fitomassa para CEa1, CEa2, CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. O acúmulo foi maior na parte foliar para CEa2 – 59%, Cea3 – 58%, CEa4 – 68% e CEa5 – 55%, enquanto a concentração foi maior na raiz apenas para CEa1 representando 61% (tabela 5). Vidal *et al.* (2000), obteve resultado semelhante no seu trabalho e, que avaliou quatro espécies de plantas (fava-de-boi, sorgo, leucena e melosa) sob condições de estresse salino verificaram que não houve acúmulo significativo de ferro nas folhas das quatro espécies estudadas.

O acúmulo total de manganês: 168,27; 141,35; 7,34;129,14 e 14,77 g.kg⁻¹ para massa seca da fitomassa para CEa1,CEa2., CEa3, CEa4 e CEa5 respectivamente. As maiores concentrações de manganês foram entradas na parte foliar da planta para todos os tratamentos, com maiores médias na CEa1 – 70%. Enquanto o maior acúmulo na raiz foi encontrado no CEa2 – 0,68 g.kg⁻¹ para massa seca da fitomassa (tabela 5). O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação contribuiu para o acúmulo de manganês na parte aérea da planta.

Esse aumento faz com que se tenha um incremento dos teores nas plantas se o pH do meio não for elevado (Sousa *et al.* 2010). Lima *et al.* (2000), em caso dos valores de pH superiores a 6 corrobora para o aparecimento de deficiências, a faixa adequado no solo é de 4,0 a 6,5 de pH para disponibilidade desses micronutrientes, segundo Sousa *et al.* (2007).A aquisição de micronutrientes, como ferro e manganês, pela planta, pode ser afetadapela composição do meio salino, podendo-se observar redução na absorção desses micronutrientes em função do antagonismo com o íon cálcio em excesso (Sousa *et al.* 2007).

4. CONCLUSÕES

A irrigação com água salina gerou aumento dos teores de cálcio, magnésio, sódio, fósforo e soma de bases, com redução do teor de potássio. O aumento da CE e PST nos tratamentos influenciou negativamente os atributos químicos do solo irrigado com água salina, Promovendo acúmulo de sódio na fitomassa da beterraba. A salinidade contribuiu para o aumento da massa fresca e seca da parte aérea e redução para a raiz da cultura.

O Acúmulo total de macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: N, K, P, Ca e Mg. Com exceção para fósforo e cálcio para CEa2; Magnésio e Cálcio para CEa3. E o acúmulo total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: Fe, Mn, Zn e Cu. Com variação para CEa3 e CEa5 que apresentaram a mesma ordem decrescente: Fe, Zn, Cu e Mn.

A realização de novos estudos avaliando o acúmulo dos íons de sódio e cloro no solo e na massa seca vegetal analisando semanalmente no decorrer do ciclo para justificar de forma mais precisa o comportamento da cultura.

5. REFERÊNCIAS

Achakzai, A. K. K.; Kayani, S. A; Hanif, A. Effect of salinity on uptake of micronutrients in sunflower at early vegetative stage. **Pakistan Journal of Botany**, v.42, n.1, p.129-139. 2010.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, p. 218. 1999. **Estudos FAO**. Irrigação e Drenagem, 29.

AYERS, R.S.;WESTCOT, D.W. A qualidade de água na agricultura. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, p. 208. 1991. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 29.).

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 4 (2), p. 165-171, 2000.

BAIÃO, D. S.; SILVA, D. V.; DEL AGUILA, E. M.; PASCHOALIN, V. M. F. Nutritional, bioactive and physicochemical characteristics of different beetroot formulations. In Food Additives, **In Tech: Rijeka**, 2010. p. 1–24.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat versão 1.0** - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP. 2009.

BASU, S.; GIRI, R. K.; BENAZIR, I.; KUMAR, S.; RAJWANSHI, R.; DWIVEDI, S.; KUMAR, G. Comprehensive physiological analyses and reactive oxygen species profiling in drought tolerant rice genotypes under salinity stress. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 23, n. 4, p. 837–850, 2017.

BOURSIER, P.; LÄUCHLI, A. Growth responses and mineral nutrient relations of salt stressed sorghum. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1226-1233, 1990.

BOURSIER, P.; LYNCH, J.; LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Chloride partitioning in leaves of salt - stressed sorghum, maize, wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.14, p.463-473, 1987.

BRADY, N.C. **Natureza das propriedades dos solos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989, p. 215.

Carmo, G. A.; Oliveira, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p. 512-518, 2011.

CARMO, G. A. Crescimento, nutrição e produção de cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia: Área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, Mossoró, p. 182. 2009.

COSTA, P.H.A.; SILVA, J.V.; BEZERRA, M.A.; ENÉAS-FILHO, J.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.3, p.289-297, 2003.

DANTAS, J. A.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; SANTOS, M. V. F. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de Pennisetum. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 97-101, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro- RJ). EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1999, 212p.

FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.7-16, 2007.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; FERREYRA HERNANDEZ, F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 79-88, 2001.

GOMES, E. M. Parâmetros básicos para a irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Tese** (Doutorado em Recursos Hídricos) –Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, p. 117. 2005.

GONDIM, A. R. O.; CORREIA, M. A. R.; ALVES, A. U.; PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em plantas de beterraba cultivada em sistema hidropônico. **Bioscience Journal**, 27, p. 526-535. 2011.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; SANTOS, M. A.; SANTOS, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 589- 596, 2011. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19531_8899003.

GRANJEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVEDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, 31, p. 267-273. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000200001>.

GRANT, C. A. et al. A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Piracicaba: **POTAFOS**, 2001. p. 1-5. (Informações Agronômicas, 95).

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, 78 (1/4), 127-157, 1999.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palto Alto, v.31, p.149-190, 1980.

HAWKINS H. J.; LEWIS, O. A. M. Effect of Na Cl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in *Triticum aestivum* L. cv. Gamtoos. **New Phytologist**, v. 124, p. 171–177. 1993.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.75, p.75-85, 1983.

LIMA, D. V.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R.; CURI, N.; HIGA, N. T. Macro e micronutrientes no crescimento do braquiarião e da soja em Latossolos sob cerrado da região de Cuiabá - MT. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.96-104, 2000.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. D. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia 'Quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 34-42, 2011.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Cropsalttolerance - current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, nº 103, 1997. p. 115-134.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. p.319.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants **London: Academic**. 2 ed., p. 889, 1995.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, 2007. p.248-255.

MEDEIROS, J.F.; GHEYI, H.R. Manejo de um sistema solo-água-plantas em solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Eds.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. cap. 8, p.239-28.

MOYA, J.L.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Morphological factors determining salt tolerance in citrus seedlings: the shoot to root ratio modulates passive root uptake of chloride ions and their accumulation in leaves. **Plant, Cell and Environment**, Logan, v.22, n.11, p. 1425-1433, 1999.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v. 28, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; GILLIHAM M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytologist**. v. 208, p. 668–673, 2015. <https://doi.org/10.1111/nph.13519>.

MURAD, A. M. Fisiologia e proteômica comparativa de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a estresse salino. **Tese (mestrado)**. Programa de Pós Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia. Universidade Católica de Brasília. p. 140. 2010. Disponível

em:<<https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/32/1/Aline%20Melro%20Murad.pdf>>. Acesso em: 07/07/2024.

PEDROTTI, A., CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n. 2, 2015.p.1308– 1324, <https://doi.org/10.5902/2236117016544>.

REGGIANI, R.; BOZO, S.; BERTANI, A. The effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 75, n. 1, p. 175-177, 1995.

RODRIGUES, V. D. S.; SOUSA, G. D.; SARAIVA, S. E. L.; CARDOSO, E. D. C.; PEREIRA FILHO, J. V.; VIANA, T. D. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3129-3138, 2018.

SANTANA, M. J.; Carvalho, J. A.; Silva, E. L.; Miguel, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 27, n. 02, p. 443-450, 2003.

SANTOS, A. N. D.; SILVA, Ê. F. D. F. E.; SILVA, G. F. D.; BEZERRA, R. R.; PEDROSA, E. M. R. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 576-585, 2017.

SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B. Irrigação com água salina, opção consciente. **Revista. Agrotecnologia**, Ipameri, v.7, n.1. p.33-41. 2016.

SILVA, J. L. D. A.; MEDEIROS, J. F. D.; ALVES, S. S.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; SILVA JUNIOR, M. J. D.; NASCIMENTO, I. B. D. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18, p.66-72.2014.

SILVA, P. V. S. R.; NASCIMENTO, P. S. Salinidade do solo e desenvolvimento do girassol submetido à irrigação com águas de diferentes qualidades. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 255-269, 2019.

SMEDEMA, L.K.; RYCROFT, D.W. **Land drainage: Planingand design of agricultural drainage systems**. London: Bastfort, p. 376. 1988.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1143-1151, 2010.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2007.

SUBBARAO, G. V.; WHEELER, R. M.; LEVINE, L. H.; STUTTE, G. W. Glycine betaine accumulation, ionic and water relations of red-beet at contrasting levels of sodium supply. **Journal of Plant Physiology**, v. 158, n. 6. p. 767-776. 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N.A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. GIRASSOL. In: MONTEIRO. J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1, ed. Brasília, DF: INMET InfoAgro –Brasil, v.1, p. 203-222. 2009.

VALLADARES, G. S.; SANTOS, G. C. G.; ABREU, C. A.; CAMARGO, O. A.; FERRERO, J. P. Zinco total e disponível em amostras de perfis de solos do estado de São Paulo. **Bragantia**, v.68, p.1105-1114, 2009.

VIDAL, M. D. F.; ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, T. S. D. Imobilização de nutrientes e Produção de matéria seca em condições de salinidade e sodicidade crescente no solo. **Ceres**. v.47. n. 272. p. 363-373. 2000.

YEO, A. R.; FLOWERS, T. J. Selection for physiological characters—examples from breeding for salt tolerance. **Plants under stress**, p. 217-234, 1989.