

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENERGIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

VALDEÍ MARCELINO DA SILVA

**CULTIVO DO TOMATEIRO cv. CEREJA SOB SALINIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA RADICULAR**

MACEIÓ

2021

VALDEÍ MARCELINO DA SILVA

**CULTIVO DO TOMATEIRO cv. CEREJA SOB SALINIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA RADICULAR**

Monografia apresentada ao corpo docente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Sampaio Reis.

MACEIÓ

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

S586c Silva, Valdeí Marcelino da.

Cultivo do tomateiro cv. cereja sob salinidade da água de irrigação e manejo do sistema radicular. / Valdeí Marcelino da Silva. – 2021.

43 f.: il.

Orientador: Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2021.

Inclui Bibliografia

1. *Lycopersicon esculentum* L.
2. Estresse Salino.
3. Manejo radicular.

CDU: 635.64

Folha de Aprovação

AUTOR: VALDEÍ MARCELINO DA SILVA

Cultivo do Tomateiro cv. cereja sob salinidade da água de irrigação e manejo do sistema radicular/ Monografia em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, na forma normalizada e de uso obrigatório.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do curso de Agronomia, da Universidade Federal de Alagoas em 19/03/2021, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.



Profa. Dra. Lúcia Sampaio Reis.

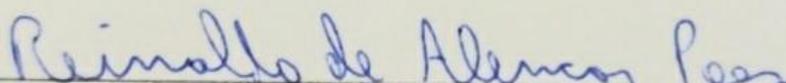
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA/UFAL) - Orientadora

Banca Examinadora



Doutorando. Mirandy Dos Santos Dias

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Prof. Dr. Reinaldo De Alencar Paes

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA/UFAL)

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são cabíveis aqui, pela importância e causa que foram deste trabalho: À meus pais, que me formaram para o mundo.

À meus grandes mestres que me passaram pela vida e jamais sairão. Muito me ensinaram dela: Álvaro Queirós, Daniel de Magalhães Araujo, Arlindo.

À minha grande mestra Dra Lígia Sampaio Reis, pela paciência, sabedoria e alma límpida, sensitiva e afetiva que me toca. Vou levá-la para toda a vida.

Aos meus amigos do Instituto Federal de Alagoas Campus Satuba, foram essencial para essa conclusão: Walker Luan, Igor, Rilbson Henrique, Abner Buarque, Eugênio Bulhões, Alex e Alexandre, Hugo Rodrigues, Lucas Mendonça, Walisson e Flávio.

À Soraya Dias Da Fonseca, Sol, pelo amor, poesia, música, arte, paixão e beleza que me desperta, pela amizade sublime entre nós e por sua ajuda técnica na configuração deste trabalho. Amo-a!

Enfim, à todos que de várias formas convergiram para essa conclusão. Devo-lhes! Os sinceros agradecimentos meus!

“O sertanejo, é, antes de tudo, um forte”.

Euclides da Cunha

RESUMO

A utilização de água salina é um desafio da agricultura atual no mundo, tendo em vista que o estresse salino gera diminuição na qualidade e produtividade das culturas. Assim, objetivou-se avaliar o manejo do sistema radicular e salinidade da água de irrigação no cultivo do tomateiro. Avaliar o manejo do sistema radicular e salinidade da água de irrigação no cultivo do tomateiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da unidade experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em Rio Largo, AL. Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 (testemunha); 1,5; 2,5 e 3,5 dS m⁻¹) e dois manejo do sistema radicular da cultura do tomateiro (com divisão e sem divisão do sistema radicular). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2. Combinados, os fatores resultaram em 8 tratamentos, com cinco repetições, perfazendo o total de 40 unidades experimentais, constituídas de uma planta, totalizando 40 plantas. As plantas foram avaliadas quanto ao crescimento, acúmulo de massa e produção. Foi constatado que o número de frutos e massa fresca de frutos foram influenciados significativamente pela interação manejo do sistema radicular e salinidade da água de irrigação. altura de plantas apresentou diferenças significativas no manejo com o uso de água salina até a salinidade até 2,5 dS m⁻¹, o manejo com divisão do sistema radicular aumentou o número de frutos. O uso de água salina de 3,5 dS m⁻¹ provocou redução em todas as variáveis. No entanto, ao se fazer a derivação da regressão quadrática para os vários casos em que está apresenta significância pela análise, se observou variações nos níveis de salinidade.

Palavras-chave: Lycopersicon esculentum L. Estresse Salino. Manejo radicular.

ABSTRACT

The use of saline water is a challenge for current agriculture in the world, considering that salt stress generates a decrease in the quality and productivity of crops. Thus, the objective was to evaluate the management of the root system and salinity of irrigation water in tomato cultivation. To evaluate the management of the root system and salinity of irrigation water in tomato cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental unit of the Campus of Engineering and Agrarian Sciences of the Federal University of Alagoas, in Rio Largo, AL. The treatments consisted of four salinity levels of the irrigation water (0.5 (control); 1.5; 2.5 and 3.5 dS m⁻¹) and two management of the root system of the tomato crop (with division and without division of the root system). The experimental design used was completely randomized in a 4 x 2 factorial scheme. Combined, the factors resulted in 8 treatments, with five replications, making a total of 40 experimental units, consisting of one plant, totaling 40 plants. The plants were evaluated for growth, mass accumulation and production. It was found that the number of fruits and fresh fruit mass were influenced by the interaction between the management of the root system and the salinity of the irrigation water. plant height differences significant differences in management with the use of saline water up to salinity up to 2.5 dS m⁻¹, management with division of the root system increased the number of fruits. The use of saline water of 3.5 dS m⁻¹ caused a reduction in all variables. However, when making a derivation of the quadratic regression for the various cases in which it is showing significance by the analysis, variations in the levels of salinity were observed.

Keywords: Saline stress. Root division. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Médias de alturas de plantas de tomate cv cereja cultivados sem e com divisão de raízes.....27
- Figura 2-** Médias de alturas de plantas de tomate cv cereja cultivados sob diferentes níveis de salinidade.....28
- Figura 3-** Desdobramentos das médias da Taxa do crescimento relativo com divisão e sem divisão do sistema radicular (M1) em função da salinidade (M2).29
- Figura 4-** Taxa de crescimento absoluto de plantas (TCAap) em função da condutividade elétrica da água.30
- Figura 5-** Médias da Massa fresca da Parte Aérea em função do manejo sem e com divisão do sistema radicular.....31
- Figura 6-** Médias da Massa Seca da Parte Aérea em função da condutividade elétrica da água.32
- Figura 7-** Médias do Número de Frutos (NF) quando o Tomate cv cereja é submetido ao manejo Divisão do sistema radicular.....33
- Figura 8-** Médias de Número de Frutos (NF) de Tomate cv cereja em função da do manejo salinidade da água de irrigação.....33
- Figura 9-** Médias de Massa de Frutos (MFrutos) de Tomate cv cereja cultivados sob níveis salinos da água e com e sem divisão do sistema radicular.35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Área cultivada e Produção Mundial do Tomate	14
Tabela 2 - Produção Estadual de Tomate - Ano 2017	15
Tabela 3- Concentrações transformadas de dS m ⁻¹ para g L ⁻¹	24
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), taxa de crescimento relativo (TCRap) e taxa de crescimento absoluto (TCAap) em altura de plantas de tomateiro cv. Cereja, cultivadas sob salinidade da água de irrigação e com e sem divisão do sistema radicular.	26
Tabela 5 - Resumo da análise de variância da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), número de frutos (NFrutos) e massa fresca de frutos (MFfrutos) de tomateiro cv. Cereja, cultivadas sob salinidade da água de irrigação e com e sem divisão do sistema radicular.	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	13
2.1	Aspectos gerais do Tomateiro	13
2.2	Qualidade da água para a irrigação	15
2.3	Salinização do solo	16
2.4	Estresse salino nas Culturas.....	18
2.5	Efeito do estresse salino na agricultura e na cultura do Tomate	20
2.6	Manejo da Irrigação com água salina	22
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Localização do Experimento	23
3.2	Delineamento Experimental	23
3.3	Material genético e produção de mudas	23
3.4	Análise estatística	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Altura de Plantas (AP).....	27
4.2	Taxa de crescimento absoluto em Altura de Plantas (TCAap).....	30
4.3	Massa fresca da Parte Aérea (MFPA)	30
4.4	Massa Seca da Parte Aérea (MSPA)	31
4.5	Número de Frutos (NFrutos)	32
4.6	Massa de Frutos (MFrutos)	34
5	CONCLUSÕES.....	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro está entre as principais hortaliças cultivadas em ambiente protegido, com destaque para o tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* L.), apreciado por ter propriedades fitoquímicas e atividade antioxidante, além disso, tem grande quantidade de nutrientes e elevados teores de sólidos solúveis, o que o qualifica como excelente adorno e aperitivo na culinária (GUILHERME, D. O.; PINHO, L.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, A. C.; PAES, M. C. D.; RODRIGUES, R. J. A.; CAVALCANTI, T. F. M.; TELES FILHO, S. C.; MENEZES, J. B. C.; SALES, S. S. 2008).

Muitos fatores contribuem para os baixos rendimentos do tomate, dentre eles, destaca-se a irrigação com água salina. Grande parte dos produtores de hortaliças realizam irrigações com água de reservatórios superficiais, a qual pode apresentar sais elevados dissolvidos; ficando assim seu uso restrito a escolha da cultura menos sensível a salinidade (OLIVEIRA, F. A.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; RIBEIRO, M. S. S.; SILVA, R. T. D, 2014).

Vendo-se que o estresse salino é um grave problema abiótico que causa diminuição nos rendimentos das culturas (JAMES, R. A.; BLAKE, C.; ZWART, A. B.; HARE, C. R. A.; RATHJEN, A. J.; MUNNS, R., 2012; MUNNS, R.; GILLIHAM, M., 2015; PIAŹEK, A.; TATRZAŃSKA, M.; MACIEJEWSKI, M.; KOŚCIELNIAK, J.; GONDEK, K.; BOJARCZUK, J.; DUBERT, F., 2013) tornando-se sério agravante em áreas irrigadas (HASANUZZAMAN, M., ALAM, M. M., RAHMAN, A., HASANUZZAMAN, M., NAHAR, K., FUJITA, M., 2014) pode então reduzir a produtividade em todos os estágios de desenvolvimento da cultura (ZIA, A.; GUO, B.; ULLAH, I.; AHMAD, R.; KHAN, M.; ABBASI, B.H.; WEI, Y., 2011).

O excesso de sais no solo em cultivos protegidos é comum, principalmente por conta de altas doses de adubos salinos aplicados nesse sistema de cultivo, à taxa de lixiviação e ao uso de má qualidade (BLANCO, F., 2004). A salinidade promove um desbalanço nutricional nas plantas em virtude da competição entre os sais e os nutrientes no processo de absorção pelas raízes. (DEMIRAL, M. A., 2005).

O tomateiro é moderadamente sensível aos efeitos da salinidade, apresentando salinidade limiar, em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) de 2,5 dS m⁻¹, com decréscimo relativo de 9,0% por aumento unitário da CEes (RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M., 2000). Entretanto são encontrados, em uma breve revisão bibliográfica, vários estudos demonstrando que a cultura do tomateiro tem

apresentado tolerância à salinidade (FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B., 2010; GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N., 2011; MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F., 2012; SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N., 2013) nos quais a salinidade limiar do tomateiro varia de 0,5 a 3,5 dS m⁻¹. A divergência entre os resultados obtidos nesses trabalhos demonstra que a resposta da cultura é variável em virtude do manejo adotado e que, para se obter êxito na produção utilizando água salina, depende diretamente da estratégia adotada. Neste caso, o uso simultâneo de águas com salinidades diferentes pode ser uma alternativa na produção agrícola, seja alternando-as ao longo do ciclo (TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S., 2013) ou misturando-as (ARRUDA, C. E. M.; DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M., 2011; GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N., 2011).

Outra tecnologia que pode possibilitar o uso de água salina na irrigação pode ser a divisão do sistema radicular em duas ou mais partes o que já vem sendo estudado em diversas culturas com ênfase para o aumento na eficiência do uso da água; os resultados obtidos demonstram a viabilidade desta tecnologia (YANG, L.; QU, H.; ZHANG, Y.; LI, F., 2012; SUN, Y.; FENG, H.; LIU, F., 2013).

A divisão do sistema radicular vem sendo uma técnica adotada como forma de minimizar os efeitos deletérios provocados, pelo estresse hídrico e estresse salino, pois garante as funções fisiológicas e bioquímicas normais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (ALVES, R. C., 2016). Desta forma, o objetivo desse trabalho é avaliar o desenvolvimento do tomate cv cereja sujeito à níveis de salinidade e sob manejo do sistema radicular.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Aspectos gerais do Tomateiro

O tomateiro pertence à classe das Dicotiledoneae, ordem Tubiflorae, família Solanaceae, gênero *Solanum* e espécie *Solanum lycopersicum*, recebendo a denominação de *Solanum lycopersicon* L. (SPOONER, D.M., PERALTA, I.E., KNAPP, S., 2005).

A planta, é caracterizada por dois tipos de hábitos de crescimento, o indeterminado e determinado. O indeterminado é característico de cultivares para produção de frutos para mesa, e podem ultrapassar 5 m de altura quando tutoradas. O determinado é característico de cultivares para produção de frutos para agroindústria, adaptadas como rasteiras (FILGUEIRA, F. A. R., 2003).

O ciclo varia entre cultivares, podendo sofrer influência das condições climáticas e de solo. A germinação ocorre entre 5 e 7 dias, com florescimento ocorrendo a partir dos 45 dias após a sementeira e a maturação de frutos a partir dos 60 dias. Quanto à colheita, esta pode ser estendida por vários meses nas cultivares de hábito de crescimento indeterminado, pois os frutos amadurecem em diferentes tempos, já que o florescimento, a frutificação e o crescimento da planta são contínuos. Nas cultivares de hábito de crescimento determinado, uma ou duas colheitas são realizadas, pois os frutos amadurecem na mesma época (ALVARENGA, M. A. R., 2013).

Há uma ampla variedade de tomates ao redor do mundo, desde os tradicionais, com epiderme do fruto na cor vermelha até os verdes e roxos. A forma e tamanho também é variada: redondos, oblongos, achatados, minitomates, etc. A utilização de híbridos já está consolidada, vêm atender todos os mercados para a produção de tomate, principalmente dos dois grandes grupos, tomates para a indústria e tomates de mesa. As cultivares de tomate destinadas ao consumo in natura podem ser divididas em quatro grandes grupos.

Quanto ao tomate cereja, as variedades apresentam frutos pequenos, com pencas de 12 a 18 cachos, formato periforme e coloração vermelha a amarela, com elevados teores de sólidos solúveis. Utilizados na ornamentação de pratos e couvert, este grupo vem apresentando grande demanda pelos consumidores, alcançando preços compensadores no mercado.

Quanto a produção mundial, a FAO registra a produção de tomate no ano de 2018 em 175 países, sendo cultivado em altas latitudes como Canadá e Rússia bem como próximo a linha do Equador como Colômbia e Nigéria, totalizando uma produção de mais de 177 milhões de toneladas e uma área cultivada de aproximadamente 4,8 milhões de

hectares.

O maior produtor é a China com uma área cultivada de mais de um milhão de hectares e uma produção anual de mais de 56 milhões de toneladas. O Brasil, no de 2018, produziu segundo a FAO, 4.167.629 toneladas em uma área de 63.980 hectares, alcançando uma produtividade média de 65,14 toneladas por hectare. Na Tabela 1 abaixo encontram-se os principais países produtores de tomate.

Tabela 1- Área cultivada e Produção Mundial do Tomate

País	Área	Produto (Ton./HA.,)	PRODUÇÃO (Ton.)
China	1.003.992	56,20	56.423.811
Índia	760.000	24,21	18.399.000
USA	144.410	90,29	13.038.410
Turquia	188.270	66,93	12.600.000
Egito	199.712	39,77	7.943.285
Itália	103.940	61,94	6.437.572
Irã	159.123	40,05	6.372.633
Espanha	54.203	86,19	4.671.807
Brasil	63.980	65,14	4.167.629
Demais Países	2.109.804	22,33	47.103.114
Total	4.787.434	37,00	177.157.261

Fonte: FAOSTAT (2018).

De acordo com dados da FAO, o Brasil ocupa a 9ª posição na produção de tomate em nível mundial (2,5%), liderado pela China, Índia e Estados Unidos, que ocupam as primeiras posições, respondendo por aproximadamente por 31%, 11% e 8%, respectivamente (DOSSA, D.; FUCHS, F., 2017). A área de plantio no Brasil, segundo dados do IBGE, alcançou valores próximos de 64 mil ha em 2016. Destes, em torno de 35% foram destinados ao cultivo de tomate industrial, sendo o restante para consumo in natura. Na região nordeste, o estado da Bahia teve uma produção significativa de 286.936,00 toneladas, seguido por Ceará que produziu 120.397,00 toneladas. Pernambuco produziu 64.330,00 toneladas e Alagoas produziu 6641,00 toneladas de tomate no referido ano. Entre os principais estados produtores de tomate para consumo in natura destacam-se São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Paraná e Santa Catarina.

Tabela 2 - Produção Estadual de Tomate - Ano 2017

Estado	Área (ha)	Produto (ton./ha.)	Produção (Ton.)
Goiás	16.307	79,60	1.298.088
São Paulo	12.125	76,71	930.163
Minas Gerais	7.556	75,74	572.273
Bahia	5.057	56,74	286.936
Paraná	4.195	60,09	252.073
Santa Catarina	2.709	63,92	173.167
Ceará	2.575	46,76	120.397
Rio de Janeiro	2.550	68,92	175.751
Espírito Santo	2.532	65,08	164.781
Rio Grande do Sul	2.283	51,14	116.742
Pernambuco	1.633	39,39	64.330
Paraíba	405	26,01	10.536
Distrito Federal	328	79,88	26.200
Pará	242	25,79	6.240
Mato Grosso	227	24,22	5.498
Maranhão	197	20,33	4.005
Piauí	141	22,34	3.150
Rondônia	139	35,02	4.868
Rio Grande do Norte	138	27,30	3.768
Roraima	122	14,49	1.768
Alagoas	106	62,65	6.641
Mato Grosso do Sul	67	40,60	2.720
Amazonas	6	9,17	55
Total	61.640	68,63	4.230.150

Fonte: IBGE (2018).

2.2 Qualidade da água para a irrigação

Devido ao contínuo crescimento demográfico, o aumento da produtividade e a incorporação de áreas úmidas e subúmidas para produção agrícola, houve necessidade da utilização da irrigação para complementar a ausência de chuvas e permitir o cultivo em zonas áridas e semiáridas (ALMEIDA, O. Á., 2010).

A agricultura irrigada é dependente da disponibilidade e, qualidade apropriada da água durante todo o ciclo da cultura. Independentemente da origem da água, seja de mananciais de superfície ou de mananciais subterrâneos, estes apresentam um complexo de sais como os cátions cálcio (Ca^{2+})magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^{2+}) , potássio (K^{+}) e os ânions, cloreto (Cl^{-}), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^{-}), sulfato (SO_4^{2-}) e boro (CAVALCANTE, L. F., 2012).

Vários parâmetros devem ser considerados na avaliação da qualidade da água de irrigação, contemplando o conjunto de características físicas, químicas e biológicas para adequação de seu uso. As determinações de avaliação mais corriqueiras são, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e sais totais dissolvidos (TSD). (ALMEIDA, O. Á., 2010).

Quando se trata de salinidade, a qualidade da água se define em três critérios básicos: salinidade em sentido restrito, sodicidade e toxicidade (ALMEIDA, O. Á., 2010).

O critério de salinidade avalia o risco de altas concentrações de sais ocasionado pela água, com o correspondente efeito osmótico, enquanto o critério de sodicidade analisa o risco da indução de elevada porcentagem de Sódio Trocável (PST), com deterioração da estrutura do solo (ALVES, R. C., 2016).

O manejo ineficiente da irrigação promove o acúmulo de sais, deixando extensas áreas antes produtivas em áreas devolutas e sem nenhum valor produtivo. Nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, mais de 35% das áreas irrigadas vêm apresentando declínio de rendimento das culturas agrícolas ocasionado pela salinidade proveniente da irrigação (CAVALCANTE, L. F., 2012).

No caso de hortaliças, que são constituídas de 80-95% de água, ocorre a necessidade de alta disponibilidade hídrica, sendo a irrigação uma das práticas mais importantes para o setor da olericultura. Apesar de existirem inúmeras estratégias de manejo para irrigação, grande parte dos produtores não as coloca em prática, por acreditarem que o custo não irá proporcionar maiores lucros, fazendo uso da irrigação de maneira imprópria, desperdiçando água e acarretando problemas tanto no solo quanto nas culturas (MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G., 2009; BRITO, R. A. L.; ANDRADE, C. L. T., 2010).

2.3 Salinização do solo

A salinidade pode ser definida como a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos em horizontes ou camada superficiais, afetando o desenvolvimento vegetal (RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S., 2009). Em ambientes salinos a disponibilidade de nutrientes para as plantas é afetada por diversos fatores, entre eles o pH do solo, que influencia a disponibilidade de nutrientes, a concentração e as relações entre nutrientes que podem afetar a absorção e o transporte de um nutriente e, indiretamente, afetar a absorção e a translocação de outros).

No entanto, o problema da salinidade nos solos agricultáveis está relacionado às respostas das plantas, tanto na fisiologia quanto no metabolismo vegetal, afetando o desenvolvimento vegetal e, em casos mais severos, podendo levar a morte das plantas (FARIAS, S. G. G., 2008).

O uso da irrigação tem contribuído significativamente para o desenvolvimento das culturas e conseqüentemente o aumento da produtividade nas lavouras, além da incorporação ao sistema produtivo de áreas cujo potencial para exploração da agricultura é limitado, em razão da disponibilidade hídrica. Por outro lado, o manejo inadequado da irrigação tem causado alguns problemas ao meio ambiente. Dentre eles, destaca-se o uso inadequado da água salina e/ou sódica resultando na perda da capacidade produtiva do solo (SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B., 2007).

A salinidade da água provoca alterações nas propriedades físico-químicas do solo (RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. U., 2000). O processo de salinização dos solos e das águas vem crescendo em diversas partes do globo, causando problemas de grandes proporções na produtividade das culturas agrícolas.

Contudo, um dos maiores problemas da salinidade tem sido também ocasionado pelo processo conhecido como salinização secundária, que ocorre devido ao manejo inadequado da irrigação associado à drenagem deficiente e à presença de águas subsuperficiais ricas em sais solúveis localizadas em baixa profundidade. Esse processo ainda pode ser intensificado pela aplicação de fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada ao longo do ciclo cultural, o que induz as plantas a uma condição de estresse (OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J., 2010).

Quando o processo de salinização ocorre por aumento da concentração de sais na superfície por meio da ascensão por evaporação da água em regiões de baixa precipitação, ou em condições de acúmulo de sais através do intemperismo de minerais ou por serem transportados pelas águas de outros locais, esses fenômenos são denominados de salinização primária, ocorrendo sem a interferência do homem (RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S., 2009).

Atualmente o grande desafio dos pesquisadores é o uso de práticas de manejo que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada, com o uso de águas salinas, com menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J., 2010).

2.4 Estresse salino nas Culturas

O uso frequente de águas salinas na irrigação e a ausência de lixiviação acarretam na incorporação de sais na zona do sistema radicular, provocando desequilíbrio nutricional e toxicidade de íons específicos na planta, devido principalmente ao efeito osmótico provocado pelo déficit hídrico (MUNNS, R., 2002; FERREIRA NETO, M., GHEYI, H., FERNANDES, P.D., HOLANDA, J. S., BLANCO, F. F., 2007; NERY, A. R.; RODRIGUES M. L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J. GHEYI, H. R., 2009).

A planta pode manter o crescimento e completar ciclo de vida em ambientes salinos desde que seja tolerante a salinidade (PARIDA, A. K.; DAS, A. B., 2005). Mas isso só é possível quando as plantas utilizam mecanismos de homeostase hídrica (ajustamento osmótico) ou iônica (exclusão ou compartimentalização de íons), os quais reduzem ou evitam os efeitos deletérios do estresse, podendo desta forma sobreviver em ambientes salinizados (BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E., 2000; MUNNS, R.; TESTER, M., 2008; YOKOI, S.; QUINTERO, F. J.; CUBERO, B.; RUIZ, M.T.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M.; PARDO, J. M., 2002).

A tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo dentro da espécie, pode ser controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A., 2005). Além disso, esta tolerância pode estar relacionada a diferentes fatores como, estágio fenológico da cultura e a estratégia de aplicação de água, ou seja, com a concentração salina da água e o tempo de exposição das plantas aos sais (COSTA, M. E.; MORAIS, F. A.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T., 2013).

A redução da produtividade biológica ou econômica é o principal efeito da salinidade sobre a planta, e é geralmente atribuída a vários processos fisiológicos e bioquímicos na célula (MUNNS, R.; TESTER, M., 2008).

A salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse provocado: um osmótico e outro iônico. O componente osmótico altera o balanço hídrico da planta, enquanto que o componente iônico é responsável pelos efeitos sobre o desbalanço nutritivo e efeitos tóxicos dos íons. Como o componente osmótico está relacionado diretamente com a absorção de água pelas plantas, a redução da disponibilidade hídrica acarreta na redução das trocas gasosas e na condutância estomática (MUNNS, R.; TESTER, M., 2008).

O acúmulo de solutos orgânicos é um processo comum em plantas submetidas a estresses ambientais (TAIZ, L.; ZEIGER, E., 2009). Estes compostos compartilham a propriedade de permanecerem invariáveis em pH neutro e serem altamente solúveis em água (HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J., 2000).

A irrigação com água salina, na maioria das vezes, resulta em efeito adverso nas relações solo-água-plantas, ocasionando restrição severa nas atividades fisiológicas e no potencial produtivo das plantas cultivadas. Em condições de altos níveis de sais solúveis na solução do solo, o crescimento, a expansão da superfície foliar e o metabolismo do carbono primário de muitas culturas são afetados negativamente devido ao efeito osmótico, déficit hídrico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional (DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R., 2016).

As plantas reagem à salinidade de duas formas, a primeira é considerada rápida e ocorre imediatamente após o contato com a salinidade, é conhecida como fase osmótica, onde o sal atinge as raízes diminuindo o potencial osmótico da relação solo-plantas, causando a redução do crescimento da parte aérea da planta ocasionado por um déficit hídrico. Em solos salinos, os sais solúveis na solução do solo aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução na absorção de água pela planta (DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R., 2016).

A segunda fase, que ocorre lentamente, é a fase iônica, quando o sal atinge a parte aérea da planta causando toxicidade e podendo prejudicar a fotossíntese e consequentemente o crescimento e a produtividade (MUNNS, R., 2002). A presença de íons na água de irrigação pode causar problemas de fitotoxicidade com diferentes níveis de tolerância entre as espécies de plantas.

Do ponto de vista biofísico, uma célula da folha de uma planta tratada com NaCl pode apresentar uma reduzida taxa de expansão devido a uma baixa taxa de absorção de água e osmólitos; ao enrijecimento da parede; ou à queda no turgor celular (COSGROVE, D. J., 1993). O acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ na parte aérea, a níveis excessivos, ocorrerá dentro de dias ou semanas depende do nível de salinidade do solo, das condições ambientais e da capacidade genotípica para excluir esses íons da corrente transpiratória (MUNNS, R., 2002).

De acordo com Yoshida (2002), o aumento de NaCl na solução do solo prejudica a absorção radicular de nutrientes, principalmente de K e Ca, interferindo nas funções

fisiológicas da planta. Na maioria dos casos, genótipos tolerantes à salinidade são capazes de manter altas relações K/Na nos tecidos (ZENG, L.; POSS, J.; WILSON, C.; DRAZ, A. S. E.; GRIEVE, C. M., 2003). Pelo aumento da absorção de K e consequente redução da absorção de Na, o K contribui para manter a relação K/Na alta na planta, como constatado em plantas de pimentão por (RUBIO, F.; FLORES, P.; NAVARRO, J. M.; MARTINEZ, V., 2003).

Estudos tem ressaltado que quando a assimilação de CO₂ pelas plantas é reduzida podendo haver a diminuição da concentração de clorofila, e diminuição no conteúdo de alguns íons essenciais, como Ca²⁺ e Mg²⁺ no mesofilo das folhas (NETONDO, G.W., ONYANGO, J.C., BECK, E., 2004). Outro fator que pode alterar a fotossíntese nas plantas é a alteração na morfologia dos cloroplastos, onde ocorre a fotossíntese (TAIZ, L.; ZEIGER, E., 2009).

2.5 Efeito do estresse salino na agricultura e na cultura do Tomate

O estresse salino é um dos estresses abióticos que mais compromete o crescimento e a produtividade das culturas em todo o mundo segundo os autores: (VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARTY, R.; THOMAS, G., 2003; VEERANAGAMALLAIAH, G.; CHANDRAOBULREDDY, P.; JYOTHSNAKUMARI, G.; SUDHAKAR, C., 2007; ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R., 2010).

O sintoma do estresse salino mais típico é a redução do crescimento nas plantas, que é consequência de diversas respostas como nutrição mineral, eficiência fotossintética, a alocação de carbono, instabilidade da membrana e falha na manutenção da pressão de turgescência (YILDIRIM, E.; TAYLOR, A. G.; SPITTLER, T. D., 2006). A salinidade proporciona ainda, redução na condutância estomática e, em menores proporções, nas taxas de transpiração, fotossíntese e concentração interna de CO₂ nas folhas (BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F., 2009).

O excesso de sais promove redução na área foliar e aumento na transpiração das plantas (SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N., 2013), que pode ser resultado do potencial osmótico mais baixo em função da presença dos solutos dissolvidos na zona radicular (CHEN, H.; JIANG, J., 2010).

A redução no rendimento do tomateiro sob estresse salino, seja em recorrência da salinidade da água utilizada na irrigação, salinidade da solução nutritiva ou da aplicação excessiva de fertilizantes, está relacionada diretamente com o efeito da salinidade sobre o número de cachos, número de frutos por cacho e massa média dos frutos (MEDEIROS,

P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F., 2012; SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N., 2013; EHRET, D. L. USHER, K.; HELMER, T.; BLOCK, G.; STEINKE, D.; FREY, B.; KUANG, T.; DIARRA, M., 2013).

A produção do tomateiro em condições de estresse salino pode ser reduzida devido ao decréscimo no peso médio dos frutos ou redução no número de frutos por planta (FREIRE, A.L.O.; SARAIVA, V.P.; MIRANDA, J.R.P.; BRUNO, G.B, 2010). Salinidades mais elevadas da água de irrigação também podem reduzir drasticamente o pegamento de frutos (LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS BOAS, R. L.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESI, J. A., 2007; MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F, 2012; SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N.,2013).

A tolerância a salinidade pode variar entre espécies e cultivares da mesma espécie (ALIAN, A.; ALTMAN, A.; HEUER, B., 2000). (ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F.; MIRANDA, J. H, 2011a) observaram que o limiar da cultivar de tomate Debora Plus foi de 3,17 dS m⁻¹, ocorrendo decréscimo de 11,8% na produção relativa por aumento unitário de condutividade elétrica no solo (CEes). O aumento da salinidade provocou redução na produção e nos componentes de produção (produção total e comercial, número de frutos totais e comerciais), ocorrendo decréscimo de 10 e 15,96% para cada aumento unitário de condutividade elétrica do solo (FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B., 2010; MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F. T., 2012)

Diversos autores, como (BOTÍA, P., NAVARRO, J. M., CERDÁ, A., MARTÍNEZ, V., 2005) e (PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA NETO, E.R.; GHEYI, H. R.; 44 MATOS, J. A., 2006) e (MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; BARROS, A. D., 2008) e (HUANG, C.H.; ZONGA, L.; BUONANNON, M.; X. XUEA, X.; T. WANGA T.; TEDESCHIB, A., 2012), observaram que o uso de água salina na irrigação do meloeiro teve efeito positivo na qualidade dos frutos, principalmente quanto ao teor de sólidos solúveis.

Os autores: (CAMPOS, C. A. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F.; GONÇALVES, C. B.; CAMPOS, S. A. F., 2006) observaram que o aumento unitário da salinidade da água acima de 1 dS m⁻¹ aumentou a concentração de sólidos solúveis e a acidez titulável dos frutos em 13,9 e 9,4%, respectivamente. (ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F.; MIRANDA, J. H., 2011b)

trabalhando com análise sensorial, concluíram que as salinidades utilizadas não interferiram na aceitação dos frutos pelos consumidores.

2.6 Manejo da Irrigação com água salina

Vários estudos foram desenvolvidos com diferentes tecnologias para o aproveitamento de águas salinas na produção de alimentos. Dentre inúmeras tecnologias, o sistema de divisão do sistema radicular em duas ou mais partes já vem sendo estudado em diversas culturas, com ênfase para o aumento na eficiência do uso da água (SUN, Y.; FENG, H.; LIU, F., 2013).

A alternância fisiológica e morfológica das plantas sob irrigação da zona parcial do sistema radicular pode trazer mais benefícios para as culturas do que a melhoria da eficiência do uso da água (KANG, S.; ZHANG, J., 2004).

A divisão do sistema radicular é uma técnica aplicável para utilização de águas salinas, embora o sucesso deste sistema seja fortemente dependente do nível de salinidade e o intervalo de exposição das raízes aos sais da solução nutritiva e da água salina (KOUSHAFAR, M.; KHOSHGOFTARMANESH, A. H.; MOEZZI, A.; MOBILI, M., 2011). Apesar de esta apresentar-se promissora, ainda é necessário o desenvolvimento de mais estudos, principalmente para avaliar as respostas fisiológicas e bioquímicas das plantas submetidas a estresse salino neste sistema de cultivo.

O uso desta tecnologia pode ser uma alternativa para o manejo da irrigação de plantas em condições em que o uso de água salina seja inevitável. Pois, quando parte do sistema radicular das plantas fica exposto ao meio salino, a redução na absorção de água pelas raízes sob estresse é compensada pelo aumento na absorção pelas raízes mantidas sob baixa salinidade, mantendo a transpiração, a condutância estomática e a fotossíntese (BAZIHIZINA, N.; BARRETT-LENNARD, E. G.; COLMER, T. D., 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL), localizada nas coordenadas 9° 27' 55'' S e 35° 49' 46'' W, com altitude de 127 metros acima do nível do mar e temperaturas entre 29 °C e 21 °C. A pluviosidade média anual de 1.800 mm (SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C., 2004).

3.2 Fatores em estudo, tratamentos e delineamento estatístico

Os tratamentos foram constituídos da combinação de dois fatores: quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 (testemunha); 1,5; 2,5 e 3,5 dS m⁻¹) e dois manejo do sistema radicular da cultura do tomateiro (com divisão e sem divisão do sistema radicular). O delineamento adotado experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2. Combinados, os fatores resultaram em 8 tratamentos, com cinco repetições, perfazendo o total de 40 unidades experimentais, constituídas de uma planta, totalizando 40 plantas.

3.3 Sistema de cultivo e material genético

A análise química do solo foi realizada pelo Laboratório da Central Analítica LTDA com os seguintes resultados: pH em água = 6,0; P = 81 mg dm³; H + Al = 4,20; Al = 0,03 cmolc dm³; Ca + Mg = 5,84 cmolc dm³; K = 80,00 mg dm³; Na = 10,00 mg dm³; SB = 81,94 %; T = 10,29 %; V = 59%; MO = 26,7 g kg⁻¹.

De acordo com esses resultados não foi necessário fazer adubação e a correção do solo seguindo a recomendação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). utilizando-se o calcário da marca FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) igual a 90% aplicando 36,015 gramas do referido calcário nos vasos, com o objetivo de elevar a saturação por bases de 59% a 80%. A adubação foi feita utilizando-se 0,9, 9,99 e 4,5 g de NPK, respectivamente em cada vaso.

O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 6 dm³, sobre uma camada de brita (200 g), 2 cm de areia grossa no fundo e uma telado de nylon para facilitar

a drenagem do excesso de água. Em seguida, foi elevada a umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo; para isto, foi pesado um vaso, saturado o solo com água, envolvido os com um plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J., 2000). Cessada a drenagem (24 horas após a saturação), foi retirado o plástico e pesado em balança eletrônica modelo 3400, obtendo-se, a umidade correspondente ao nível próximo da capacidade de campo (peso-controle 200mL de água). Para a produção de mudas, utilizou-se substrato selecionado de húmus de minhoca utilizados em bandeja próprias com capacidade para 120 mudas. Foram utilizadas sementes da variedade de tomate Cereja de crescimento indeterminado da marca Isla e aos 11 dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando somente a planta mais desenvolvida em cada célula. Aos 15 dias após a semeadura (DAS), transplantou-se as mudas para vasos. com capacidade para 6 kg de solo, contendo uma camada de 2 cm de areia grossa no fundo, recoberta com telado de nylon e postos em casa de vegetação apropriada.

Aplicação dos tratamentos

A escolha desses níveis de salinidade baseou-se na salinidade limiar da cultura do tomate $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M., 2000). A aplicação dos tratamentos foi realizada com base na demanda hídrica da cultura, onde diariamente um vaso de cada tratamento eram pesados e em seguida irrigados, uma vez por dia, com as soluções salinas. Cada 15 dias, fez-se um acréscimo de 100 mL para compensar o crescimento da planta.

Antes de preparar as dosagens salinas, as concentrações foram transformadas de dS m^{-1} para g L^{-1} , sendo utilizada a fórmula: $\text{TSD (g L}^{-1}) = 0,64 \times \text{CEa}$, obtendo as concentrações descritas tabela 3.

Tabela 3 - Concentrações transformadas de dS m^{-1} para g L^{-1} .

Níveis de salinidade	CEa (dS m^{-1})	NaCl (g L^{-1})
C1	0,5	0,32
C2	1,5	0,96
C3	2,5	1,60
C4	3,5	2,24

O manejo do sistema radicular foi realizado mediante da divisão do mesmo com

filme plástico divisor, onde foram separados em partes devidamente iguais em massa de raiz.

Variáveis analisadas

Os seguintes componentes de produção foram avaliados neste experimento: Altura de planta (AP); Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRap); Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (TCAap); Número e Massa de frutos em diferentes colheitas (NFrutos e MFrutos); Número de folhas (NF); Massa fresca da parte aérea (MFPA); Massa seca da parte aérea (MSPA); Área foliar da planta (AF). Foram feitas duas medidas de altura, aos 30 e aos 60 dias após o transplante, sendo utilizados os dois no experimento. Essas medidas foram feitas com trena métrica, desde a base da planta até o seu ápice. O peso de frutos foi feito com balança digital de precisão no laboratório de irrigação CECA-UFAL. A área foliar foi realizada com o integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor, pertencente a mesma instituição. Para os fins de massa seca da planta, utilizou-se estufa à 65°C por 48 horas do referido laboratório. Para os de massa fresca utilizou-se balança digital.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05.

3.4 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente mediante o uso do programa sisvar. As variáveis taxa de crescimento relativo (TCRap) e taxa de crescimento absoluto (TCAap) em altura de plantas conforme Benincasa (2003). Também foram analisadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância vista na Tabela 4, verifica-se efeito significativo ($p > 1\%$) para altura de planta MFPA, NFrutos e MFfrutos considerando o manejo dos tratamentos. Em relação a salinidade todos as variáveis foram significativas com exceção apenas de MFPA e Area foliar.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), taxa de crescimento relativo (TCRap) e taxa de crescimento absoluto (TCAap) em altura de plantas de tomateiro cv. Cereja, cultivadas sob salinidade da água de irrigação e com e sem divisão do sistema radicular.

F. Variação	QM					
	GL	AP	NF	AF	TCRap	TCAap
Manejos (M)	1	1782,22**	133,22 ^{ns}	249956,1 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,0950 ^{ns}
Salinidade (S)	3	1259,29**	57,62 ^{ns}	429377,5 ^{ns}	0,00003**	1,265**
R. Linear	1	290,50*	75,64 ^{ns}	1090469,1 ^{ns}	0,00002*	0,043 ^{ns}
R. Quadrática	1	3478,22**	0,62 ^{ns}	131560,9 ^{ns}	0,00003**	3,739**
M x S	3	93,82 ^{ns}	61,89 ^{ns}	153919,6 ^{ns}	0,00003**	0,522 ^{ns}
Resíduo	32	74,51	102,37	234079,7	0,000004	0,265
Total	39	-	-	-	-	-
CV (%)	-	5,58	22,68	20,90	15,21	28,78

GL- Graus de liberdade; **QM**- Quadrado médio; **CV**- coeficiente de variação; **NS**- não significativo; *, **-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Do autor.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), número de frutos (NFrutos) e massa fresca de frutos (MFfrutos) de tomateiro cv. Cereja, cultivadas sob salinidade da água de irrigação e com e sem divisão do sistema radicular.

F. Variação	QM				
	GL	MFPA	MSPA	Nfrutos	MFfrutos
Manejos (M)	1	13505,62**	52,90 ^{ns}	93,02**	2255,04**
Salinidade (S)	3	1722,02 ^{ns}	129,90**	87,75**	2724,66**
R. Linear	1	5030,04 ^{ns}	369,92**	186,24**	7452,00**
R. Quadrática	1	87,02 ^{ns}	16,90 ^{ns}	65,02**	408,57**
M x S	3	468,22 ^{ns}	13,76 ^{ns}	25,55 ^{ns}	741,64**
Resíduo	32	1181,17	13,62	10,18	57,96
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	17,72	11,17	24,51	15,34

GL- Graus de liberdade; **QM**- Quadrado médio; **CV**- coeficiente de variação; **NS**- não

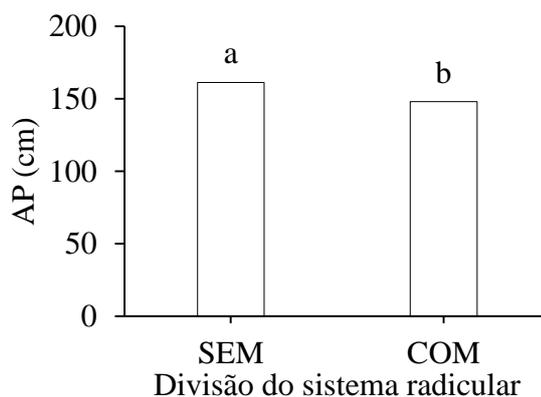
significativo; *, **-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Do autor.

4.1 Altura de Plantas (AP)

De acordo com a Figura 1, que expressa as médias de AP de plantas em função dos diferentes manejos (Com divisão de raízes) e (Sem Divisão de raízes), constata-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. Também se observa um ótimo Coeficiente de Variação (cv) expresso na Tabela 4, indicando a precisão experimental. No manejo sem divisão de raízes (SDR), a média obtida da altura de plantas foi de 161,4 cm; enquanto que a média do manejo com divisão de raízes foi de 148,05 cm. Com isso, percebe-se um decréscimo de 8,27% na altura de plantas cultivadas CDR quando comparada com a altura de plantas cultivadas SDR.

Figura 1- Médias de AP de tomate cv cereja cultivados sem e com divisão de raízes.



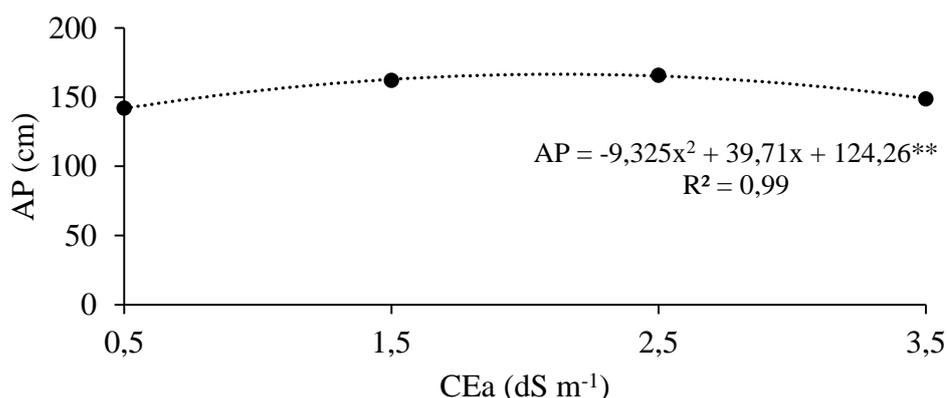
Fonte: Do Autor.

As médias expostas na Figura 2 mostram que a altura de plantas quando foram submetidas com água salina condutividade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ quando comparado com a que recebeu tratamento com condutividade de valor $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou um acréscimo na altura de plantas de 16,83% e, as médias revelam que a partir da salinidade $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ um decréscimo na altura plantas se acentua mostrando ser a salinidade prejudicial a partir daí. Houve também uma significância para a regressão quadrática, segundo a tabela ANAVA, obtendo-se um $R^2 = 0,99$, o que significa um ótimo valor para o caso e um ajuste ideal ao manejo salinidade. Derivando-se a regressão quadrática, porém, podemos

encontrar um valor ideal de condutividade elétrica, sendo esta de 2,12 dS m⁻¹, correspondendo a uma altura máxima ideal de 166,53 cm.

Segundo os autores: (LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. de A.; ALVES, R. de C.; BEZERRA, F. M. S.; SILVA, N. K. C.; MEDEIROS, A. S. D., 2004) analisando o efeito dos tratamentos sobre a altura das plantas (ALT), verificou-se que o uso exclusivo de água exclusivo com elevada salinidade reduziu em cerca de 41,5% a altura em comparação com a irrigação utilizando apenas água de baixa salinidade, entretanto, quando as irrigações foram realizadas utilizando as duas águas, seja com ou sem divisão do sistema radicular, houveram menores reduções, obtendo perdas variando de 21,7% (T3) a 29,7% (T4).

Figura 2- Médias de AP de plantas de tomate cv cereja cultivados sob diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Do Autor.

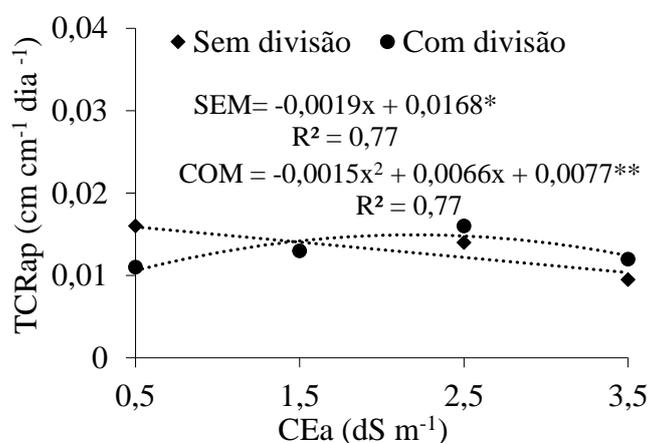
Taxa de Crescimento relativo em Altura de plantas (TCRap)

Observa-se, ao analisar as médias relativas à salinidade no manejo sem divisão do sistema radicular, que houve um decréscimo na TCRap da salinidade 0,5 dS m⁻¹ à 1,5 dS m⁻¹ que foi de 0,016 cm cm⁻¹ dia⁻¹ para 0,013 cm cm⁻¹ dia⁻¹, correspondendo a uma redução de 18,75%. No entanto um pequeno acréscimo na TCRap de 7,69% é notado quando se aumenta a salinidade de 1,5 dS m⁻¹ para 2,5 dS m⁻¹ (0,014 cm cm⁻¹ dia⁻¹). Contudo ao se elevar a salinidade para o último nível de 3,5 dS m⁻¹ verifica-se um decréscimo acentuado na TCRap que chega a 0,0095 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Esta média, quando comparada à maior média referente a salinidade 1,5 dS m⁻¹ que foi de 0,013 cm cm⁻¹ dia⁻¹ apresenta uma redução de 26,92%. Isto mostra que só a partir daí há uma queda brusca

na TCRap.

Para o desdobramento com enfoque no segundo manejo (Com divisão do sistema radicular). Nesse manejo, os vários níveis salinos da água não apresentaram queda brusca na TCRap das plantas e houve até um acréscimo nas mesma que foi desde o nível 0,5 dS m⁻¹ ao nível 2,5 dS m⁻¹. Este acréscimo representa um aumento percentual de 18,18% entre o nível 0,5 dS m⁻¹ e o nível 1,5 dS m⁻¹ que teve seus respectivos TCRap de 0,011 cm cm⁻¹ dia⁻¹ e 0,013 cm cm⁻¹ dia⁻¹. O acréscimo do nível 1,5 dS m⁻¹ para o nível 2,5 representou 23,07% subindo de 0,013 cm cm⁻¹ dia⁻¹ a 0,016 cm cm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. A diferença percentual entre a menor TCRap (0,011 cm cm⁻¹ dia⁻¹ à salinidade 0,5 dS m⁻¹) e a maior TCRap (0,016 cm cm⁻¹ dia⁻¹ à salinidade 2,5 dS m⁻¹) foi de 45,45%, indicando um crescimento nessa ordem. Houve, no nível salino de 3,5 dS m⁻¹ um pequeno decréscimo na TCRap que caiu de 0,016 cm cm⁻¹ dia⁻¹ do nível anterior para 0,012 cm cm⁻¹ dia⁻¹ neste nível, representando uma queda de 25%. Ainda assim, esta TCRap última quando comparada com a primeira TCRap, revela um acréscimo de 9,09% entre as duas. Isto pode validar a perspectiva de que há um aumento gradual na TCRap do Tomate cv cereja quando submetido gradualmente a níveis de salinidade. Tendo, contudo, um limite prejudicial neste aumento de sais na água de irrigação. Para a regressão quadrática no TCRap com divisão do sistema radicular, derivando-se a equação quadrática, podemos encontrar o valor ótimo na salinidade que corresponde ao valor ótimo na mesma. O valor é 2,2 dS m⁻¹, que expressa a TCRap de 0,01496.

Figura 3- Desdobramentos das médias da TCRap com divisão e sem divisão do sistema radicular (M1) em função da salinidade (M2).

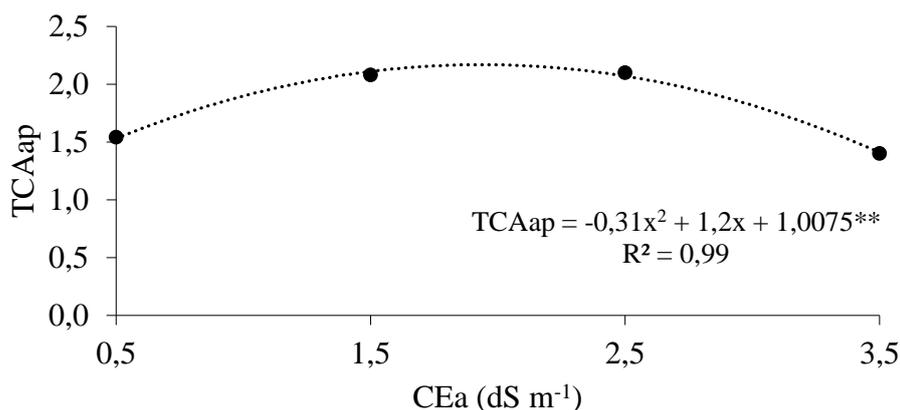


Fonte: Do Autor.

4.2 Taxa de crescimento absoluto em Altura de Plantas (TCAap)

Com base na Figura 4, verifica-se que houve acréscimos na TCAap conforme o aumento dos níveis, exceto no último nível ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), onde um decréscimo é observado. Os níveis $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ que tiveram suas TCAap em $2,1 \text{ cm}$ cada um, mostram um acréscimo de 40% quando comparado a TCAap de $1,5 \text{ cm}$ referente ao nível de salinidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$. Há uma redução na TCAap quando a salinidade se eleva para $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, ficando aquela em $1,4 \text{ cm}$. Esta média, se comparada as duas maiores mostra um decréscimo de $33,33\%$ na TCAap, embora mostre apenas um decréscimo de $6,66\%$ quando comparada a TCAap ao nível salino de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$. Derivando-se a equação quadrática na TCAap, observa-se um valor de $1,93 \text{ dS m}^{-1}$ que corresponde a TCAap de $2,16$, sendo estes valores ótimos para variável em questão.

Figura 4- TCAap em função da condutividade elétrica da água em cm dia^{-1} .



Fonte: Do Autor.

4.3 Massa fresca da Parte Aérea (MFPA)

Pela Figura 5, observa-se que houve uma diferença nas médias quando o tomate cv cereja foi exposto as duas formas de cultivo (sem divisão do sistema radicular) e (com divisão do sistema radicular). No manejo sem divisão do sistema radicular o tomate cv cereja obteve $212,1 \text{ g}$, no entanto, essa média cai $17,32\%$ quando comparada ao manejo com divisão do sistema radicular com média de $175,35 \text{ g}$. O que indica uma queda na massa fresca da parte aérea quando ocorre a mudança de manejo.

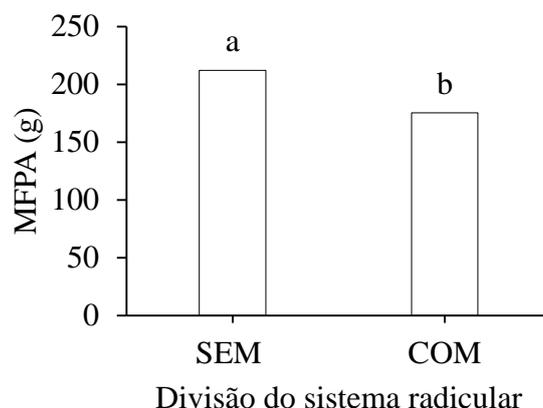
A redução na produção de biomassa das plantas submetidas ao estresse salino é um dos principais efeitos da salinidade sobre as culturas, o que já foi constatado por vários autores (COSME, C. R.; DIAS, N. D. S.; OLIVEIRA, A. D.; OLIVEIRA, E. M.; SOUSA

NETO, O. N., 2011; FREIRE, A.L.O.; SARAIVA, V.P.; MIRANDA, J.R.P.; BRUNO, G. B., 2010; GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. C, 2011; MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M. SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A., 2011).

O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular limitando a elasticidade da parede celular, reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (TAIZ, L.; ZEIGER, E., 2009).

De acordo com (GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. S.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P., 2015) como foi observado para as demais variáveis de crescimento, o acúmulo de biomassa também foi afetado significativamente pela salinidade da água utilizada na irrigação.

Figura 5- Médias da MFPA do Tomate cv cereja em função do manejo do sistema radicular.



Fonte: Do Autor.

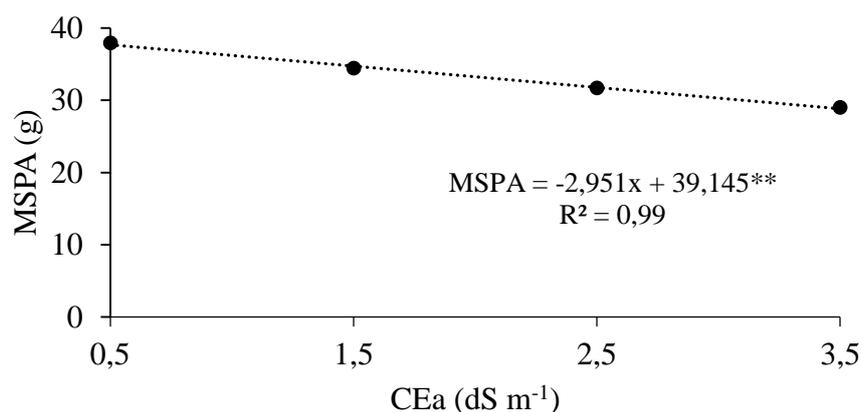
4.4 Massa Seca da Parte Aérea (MSPA)

A MSPA do Tomate cv cereja está representada na Figura 6, A análise revelou uma significância para a regressão linear nessa variável, com um R^2 de 0,99 e um coeficiente de variação de 11,17%, presentes na tabela ANAVA acima. Observa-se que houve um decréscimo gradual a medida que os níveis salinos foram aumentando e, que assim, o último nível causou a menor MSPA tendo o primeiro nível causado a menor. Isso mostra que a salinidade foi linearmente prejudicial a MSPA. As médias apresentadas em gramas de MSPA foram 37,9; 34,41; 31,69 e 28,97 referentes aos níveis salinos 0,5;

1;5; 2;5 e 3;5 (dS m^{-1}), respectivamente. Fazendo uma demonstração percentual entre as maior e menor média de MSPA, verifica-se uma diferença de 23,56% entre elas, o que é uma perda significativa na MSPA para a cultura analisada.

Egídio Neto (1985), também constatou que a elevada concentração de NaCl na solução nutritiva promoveu a uma clara redução na matéria seca da parte aérea no cultivo do tomate industrial.

Figura 6- Médias da MSPA em função da condutividade elétrica da água.



Fonte: Do autor.

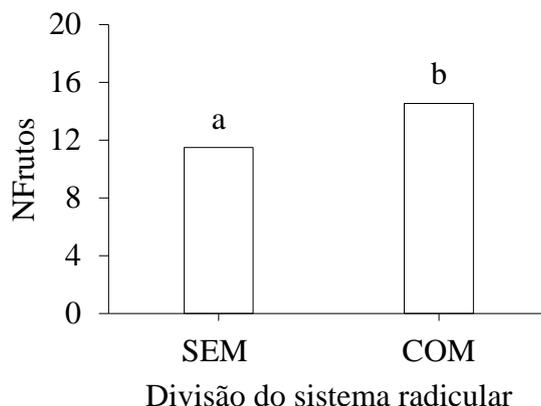
4.5 Número de Frutos (NFrutos)

A NF, apresentou significância para o manejo salinidade e para o manejo divisão do sistema radicular, expressos na tabela ANAVA, embora não tenha apresentado significância na interação entre eles. A significância para o manejo salinidade foi para as regressões linear e quadrática.

Para o manejo Divisão do sistema radicular, verificou-se que há um aumento na NF quando o sistema radicular é dividido. As médias foram 14,55 frutos e 11,5 frutos no manejo com divisão do sistema radicular e sem divisão do sistema radicular, respectivamente. A diferença percentual entre elas indica um aumento de 26,52 % na NF quando o sistema radicular é dividido, o que indica que esse método pode aumentar o número de frutas na agricultura irrigada em áreas de baixa pluviosidade.

De acordo com (KINET, J. M.; PEET, M. M. , 2002) a fixação dos frutos depende de vários fatores, incluindo polinização, germinação dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e fertilização.

Figura 7- Médias do NF quando o Tomate cv cereja é submetido ao manejo Divisão do sistema radicular.

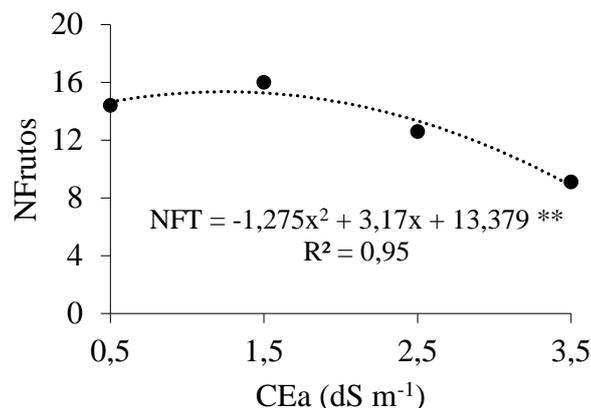


Fonte: Do Autor.

A regressão quadrática apresentou significância na tabela ANAVA, mostrando um $R^2 = 0,95$, revelando um ótimo valor. De acordo com os dados obtidos verifica-se uma diminuição no NFrutos quando se aumenta o nível de salinidade. Embora haja um leve acréscimo no NFrutos quando se compara o resultado referente ao nível $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ que foi de 14,4 frutos com o nível $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ que foi de 16 frutos. A diferença representa 11,11% de ganho no número de frutos. A comparação entre o nível anterior de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ com o nível seguinte de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (12,6 frutos) já evidencia uma queda de 21,25% no NFrutos. A queda é ainda maior quando se compara o último valor de NFrutos referente ao nível salino $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ que apresenta 9,1 frutos, sendo o este o menor valor, como o maior valor referente a salinidade $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. Aqui vê-se que a diferença percentual entre os dois é igual a 43,125%. Ao derivar a equação quadrática, encontra-se uma salinidade ótima igual a $1,24 \text{ dS m}^{-1}$ que corresponde a um valor máximo de 15,34 frutos.

O efeito da salinidade sobre o NFrutos pode ser devido a alterações no potencial osmótico da solução do solo, reduzindo o consumo de água e nutrientes pelas plantas, diminuindo, assim, o índice de pegamento dos frutos (LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS-BÔAS, R. L.; MARCHESE, J. A.; TONIN, F. B.; REGINA, M., 2008).

Figura 8- Médias de NF de Tomate cv cereja em função da do manejo salinidade da água de irrigação.



Fonte: Do autor.

4.6. Massa de Frutos (MFrutos)

A MFrutos, pela tabela ANAVA, apresentou significância na interação entre os dois manejos estudados. O R^2 para a regressão quadrática foi de 0,95, sendo portanto alta. O cv foi de 15,34% se enquadrando assim no nível desejado.

Observando-se a figura 9, podemos interpretar essa interação entre os dois manejos e as médias apresentadas. Nota-se, que há um decréscimo gradativo no MFrutos a medida em que o nível salino vai aumentando. Isto ocorre tanto na situação com divisão do sistema radicular quanto na situação sem divisão do sistema radicular.

Para o caso em que se considera a situação sem divisão do sistema radicular, as médias foram as seguintes: 49,7; 49,2; 47,61 e 21,9 (g) de frutos de tomate cv cereja para os respectivos níveis salinos 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 (dS m⁻¹). O decréscimo entre a primeira média referente ao primeiro nível foi pequeno, sendo de apenas 1%. A diferença percentual entre a segunda e a terceira foi de 3,23%. Entre a média do terceiro nível (2,5 dS m⁻¹) e a do primeiro nível (0,5 dS m⁻¹) houve uma diferença percentual de 4,20%.

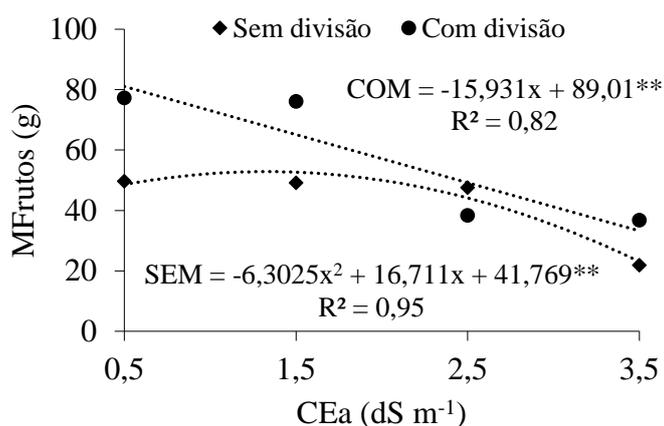
No entanto, há um decréscimo brusco quando saímos do nível 0,5 dS m⁻¹ para o nível último de 3,5 dS m⁻¹. Aqui a diferença percentual foi altíssima, ficando no valor 55,93%, o que indica claramente a um significativo decréscimo no MFrutos para quando submetido a essa salinidade. Porém, ao se derivar a equação quadrática para este manejo sem divisão do sistema radicular, se encontra uma salinidade ótima e máxima de 1,32 dS m⁻¹, que corresponde a uma massa ótima de 52,84 gramas de frutos.

Para a situação com divisão do sistema radicular do Tomate cv cereja submetido aos níveis salinos 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5 (dS m⁻¹), a MFrutos foi de 77,3; 76,15; 38,34 e 36,8

para cada nível respectivo. Percebe-se também aqui uma queda gradual na MFrutos que vai desde o primeiro até o último nível. O valor percentual do decréscimo entre o primeiro e o segundo nível é de 1,48%. Entre o segundo nível e o terceiro nível o valor percentual aumenta bruscamente, revelando que a partir do terceiro nível perdas maiores na MFrutos do Tomate cv cereja são mais violentas. Foi de 49,65% a diferença entre esses dois níveis e de 50,40% a diferença percentual entre o nível três e o primeiro nível. Embora o nível quatro apresente o valor menor na MFrutos e mostre uma diferença percentual de 52,39 % quando comparado ao primeiro nível que apresentou a maior MFrutos, este nível apresenta apenas uma diferença percentual de 4,01% no decréscimo se comparado com o nível anterior. De todo modo, é a partir do terceiro nível salino ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$) que começa a ocorrer uma queda acentuada na MFrutos de tomate cv cereja.

A redução na produção de frutos em função da salinidade ocorreu porque quando as plantas têm parte de suas raízes sob estresse salino podem ter reduzido a absorção de água em decorrência do potencial osmótico; apesar disto, houve um efeito compensatório de outra parte do sistema radicular mantido em baixa salinidade (FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V., 2002). Segundo esses autores, a parte do sistema radicular sem estresse salino apresenta aumento de 94% na absorção de água em relação ao sistema radicular das plantas submetidas a baixa salinidade (GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. S.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P., 2015).

Figura 9- Médias de MFrutos de Tomate cv cereja cultivados sob níveis salinos da água e com e sem divisão do sistema radicular.



Fonte: Do Autor.

5 CONCLUSÕES

O manejo com divisão celular aumentou o NFrutos, para o uso de baixa salinidade ocorrendo um decréscimo gradual nos valores com o aumento da salinidade.

O uso de água com salinidade de 3,5 dS m⁻¹ provoca redução significativa em todas as variáveis de crescimento e de produção. No entanto, ao se fazer a derivação da regressão quadrática para os vários casos em que está apresenta significância pela análise, há uma variação nos valores máximos da salinidade, sendo de 2,12 dS m⁻¹ na AP; 2,2 dS m⁻¹ na TCRap; 1,93 dS m⁻¹ na TCAap; 1,24 dS m⁻¹ no NFrutos e 1,32 dS m⁻¹ na Mfrutos, demonstrando uma variação da salinidade nessas variáveis.

REFERÊNCIAS

- ALIAN, A.; ALTMAN, A.; HEUER, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. **Plant Science**, Limerick, n. 1, v.152, p.59-65, 2000.
- ALMEIDA, O. Á. de. **Qualidade da água de irrigação**. 1. ed. Cruz das Almas – BA: Embrapa, 2010. 234 p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Livraria UFV, 2013. 455 p.
- ALVES, R. C. **Fisiologia e bioquímica do tomateiro submetido à irrigação salina parcial do sistema radicular**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137811>. Acesso em: 14 Abril 2021.
- ARRUDA, C. E. M.; DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M. Bell pepper cultivation with brine from brackish water desalination. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p.197-201, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1816>. Acesso em: 14 Abril 2021.
- BAZIHIZINA, N.; BARRETT-LENNARD, E. G.; COLMER, T. D. Plant growth and physiology under heterogeneous salinity. *Plant and Soil*, **The Hague**, v. 354, n. 1-2, p. 1-19, 2012.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. 115p.
- BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p.157-164, 2009.
- BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, Taastrup, v. 23, n. 3, p. 243-253, 2005.
- BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: Grissem W, Buchannan B, Jones R (eds), *Biochemistry and molecular biology of plants*. **American Society of Plant Physiology**, Rockville, p.1158-1249, 2000.
- BRITO, R. A. L.; ANDRADE, C. L. T. Qualidade da água na agricultura e no ambiente.

Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 50-57, 2010.

CAMPOS, C. A. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F.; GONÇALVES, C. B.; CAMPOS, S. A. F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 146-152. 2006.

CAVALCANTE, L. F. Água para agricultura. In: CAVALCANTE, L. F. O maracujazeiro amarelo e a salinidade. 1. ed. Areia, 2012. p. 1-15.

CHEN, H.; JIANG, J. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, Amsterdã, v.18, p. 309-319, 2010.

COSGROVE, D. J. Water uptake by growing cells: an assessment of the controlling roles of wall relaxation, solute uptake and hydraulic conductance. **International Journal of Plant Science**, v. 154, p. 10-21, 1993.

COSTA, M. E.; MORAIS, F. A.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 34-43, 2013.

COSME, C. R.; DIAS, N. D. S.; OLIVEIRA, A. D.; OLIVEIRA, E. M.; SOUSA NETO, O. N. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 499-504, 2011.

DEMIRAL, M. A. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Istanbul, v. 29, n. 4, p. 267-274, 2005.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. Separata de: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 11, p. 151-162.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção**. Boletim Técnico, 03. Paraná: CEASA, 2017. Disponível em: http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf. Acesso em: 15 Abril 2021.

EGÍDIO NETO, B. **Efeito da salinidade sobre quatro cultivares de tomateiro**. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1985. Disponível em: <http://www.ufrpe.br/química/medidio>.

EHRET, D. L.; USHER, K.; HELMER, T.; BLOCK, G.; STEINKE, D.; FREY, B.; KUANG, T.; DIARRA, M. Tomato fruit antioxidants in relation to salinity and greenhouse climate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 5, p. 1138-1145, 2013.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertigação em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n. 5, p.471–476, 2011a.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F. Influência de diferentes níveis de salinidade nas características sensoriais do tomate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n.1, p. 16-21, 2011b.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliciridia sepium* Jacq. Walp.)**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S.; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1675-1681, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 78, n. 1-2, p.15-24, 2005.

FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. Cerda, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split root system: nitrate uptake and reduction. **Journal Plant Nutrition**, v.25, p.177-187, 2002.

FREIRE, A.L.O.; SARAIVA, V.P.; MIRANDA, J.R.P.; BRUNO, G.B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, Teresina, v. 31, n. 1, p. 1133-1144, 2010.

GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n.1, p.125-128, 2000.

GOMES, J. W. S.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; BLANCO, F. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.850-856, 2011.

GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. S.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.913–919, 2015.

GUILHERME, D. O.; PINHO, L.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, A. C.; PAES, M. C. D.; RODRIGUES, R. J. A.; CAVALCANTI, T. F. M.; TELES FILHO, S. C.; MENEZES, J. B. C.; SALES, S. S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.171-175, 2008.

- HASANUZZAMAN, M., ALAM, M. M., RAHMAN, A., HASANUZZAMAN, M., NAHAR, K., FUJITA, M. Exogenous proline and glycine betaine mediated upregulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides better protection against salt-induced oxidative stress in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **BioMed Research International**, Juazeiro do Norte, v. 1, p. 1-17, 2014.
- HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, California, v. 51, n. 1, p. 463-99. 2000.
- HUANG, C. H.; ZONGA, L.; BUONANNON, M.; X. XUE, X.; T. WANG, T.; TEDESCHIB, A. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (*Cucumis melo* cv. Huang hemi) in northwest China. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 43, p. 68-76, 2012.
- ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p.175-183, 2010.
- JAMES, R. A.; BLAKE, C.; ZWART, A. B.; HARE, C. R. A.; RATHJEN, A. J.; MUNNS, R. Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes *Nax1* and *Nax2* on grain yield of durum wheat on saline soils. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, p. 609–618, 2012.
- KANG, S.; ZHANG, J. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2437-2446, 2004.
- KINET, J. M.; PEET, M. M. Tomato. In: Wien, H. C. (ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI Publishing, 2002, p. 207-258.
- KOUSHAFAR, M.; KHOSHGOFTARMANESH, A. H.; MOEZZI, A.; MOBILI, M. Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and Crop Per Drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 131, p. 1-5, 2011.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS BOAS, R. L.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESI, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes concentrações salinas. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 73-82, 2007.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS-BÔAS, R. L.; MARCHESI, J. A.; TONIN, F. B.; REGINA, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Bragantia**, v.67, p.883-889, 2008.
- LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. de A.; ALVES, R. de C.; BEZERRA, F. M. S.; SILVA, N. K. C.; MEDEIROS, A. S. Desenvolvimento de plantas de pimentão sob estresse salino parcial do sistema radicular. **II Inovagri International Meeting**, Fortaleza, 2014.

- MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de Irrigação em Hortaliças com Sistema Irrigas**. Brasília: Embrapa hortaliças, 2009, 16 p.
Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/782937/manejo-de-irrigacao-em-hortalicas-com-sistema-irrigas>. Acesso em: 19 Abr 2021.
- MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M. SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.505–511, 2011.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost? **New Phytologist**, Cambridge, v. 208, p. 668-673, 2015.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, California, v. 59, p. 651-681, 2008.
- NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J. GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 13, n. 5, p. 551-558, 2009.
- NETONDO, G.W., ONYANGO, J.C., BECK, E. Sorghum and salinity. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. **Crop Sci**, 2004. n . 44, p. 806-11.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.6, n.11, p.1-16 2010.
- OLIVEIRA, F. A.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; RIBEIRO, M. S. S.; SILVA, R. T. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 60. p. n. 3, 324-349. 2005.
- PIAŻEK, A., TATRZAŃSKA, M., MACIEJEWSKI, M., KOŚCIELNIAK, J., GONDEK, K., BOJARCZUK, J., DUBERT, F. Investigation of the salt tolerance of new Polish bread and durum wheat cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakow, v. 35, n. 8, p. 2513-2523, 2013.
- PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA NETO, E.R.; GHEYI, H. R.; MATOS, J. A. Viabilidade da irrigação do meloeiro com águas salinas em diferentes fases fenológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 453-459, 2006.

- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.
- RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo**, 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 449-484.
- RUBIO, F.; FLORES, P.; NAVARRO, J. M.; MARTINEZ, V. Effects of Ca²⁺, K⁺ and cGMP on Na⁺ uptake in pepper plants. **Plant Science**, v. 165, p. 1043–1049, 2003.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, set./out., 2007.
- SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M.; DUARTE, S. N. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1173-1180, 2013.
- SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p. 131-141, 2004.
- SPOONER, D.M., PERALTA, I.E., KNAPP, S. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. Section *Lycopersicon* (Mill) Wettst]. **Taxon**, Utrecht, v. 54, p. 43-61, 2005.
- SUN, Y.; FENG, H.; LIU, F. Comparative effect of partial root-zone drying and deficit irrigation on incidence of blossom-end rot in tomato under varied calcium rates. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, p. 2107-2116, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.
- TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 354-362, 2013.
- VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARTY, R.; THOMAS, G. Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.) – differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. **Plant Science**, Limerick, v. 165, n. 5, p. 1411-1418, 2003.
- VEERANAGAMALLAIAH, G.; CHANDRAOBULREDDY, P.; JYOTHSNAKUMARI, G.; SUDHAKAR, C. Glutamine synthetase expression and pyrroline-5-carboxylate reductase activity influence proline accumulation in two cultivars of foxtail millet (*Setaria italica* L.) with differential salt sensitivity.

Environmental and Experimental Botany, New York, v. 60, n. 2, p. 239-244, 2007.

YANG, L.; QU, H.; ZHANG, Y.; LI, F. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. **Agricultural Water Management**, v. 104, p.89-94, 2012.

YILDIRIM, E.; TAYLOR, A. G.; SPITTLER, T. D. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 111, n. 1, p. 1-6, 2006.

YOKOI, S.; QUINTERO, F. J.; CUBERO, B.; RUIZ, M.T.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M.; PARDO, J. M. Differential expression and function of *Arabidopsis thaliana* NHX Na⁺/H⁺ antiporters in the salt stress response. **The Plant Journal, Hoboken**, v. 30, n. 5, p. 529–539, 2002.

YOSHIDA, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. **Journal Bioscience Bioengineering**, v. 94, p. 585–590, 2002.

ZENG, L.; POSS, J.; WILSON, C.; DRAZ, A. S. E.; GRIEVE, C. M. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. **Euphytica**, v. 129, p. 281-292, 2003.

ZIA, A.; GUO, B.; ULLAH, I.; AHMAD, R.; KHAN, M.; ABBASI, B.H.; WEI, Y. Salinity tolerance and site of K⁺ accumulation in four maize varieties grown in Khyber Pakhtoonkhwa region of Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**, Nsukka, v. 5, n. 25, p. 6040-6047, 2011.