

ESTRESSE SALINO EM QUIABEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E COBERTURA MORTA

Antonia Franciany Araújo Coelho¹, Geocleber Gomes de Sousa²

RESUMO: O excesso de sais nas plantas pode ocasionar redução na absorção de água e nutrientes sendo refletindo rapidamente na sua taxa de crescimento, capaz de acarretar perturbações nas funções fisiológicas e bioquímicas. Objetivou-se avaliar o crescimento e o acúmulo de biomassa do quiabeiro cultivado em diferentes sistemas de plantio sob estresse salino, na presença e ausência de cobertura morta. O estudo foi realizado em vasos de polietileno, a pleno sol em área pertencente a Unidade de Produção de Mudanças Auroras, Redenção - CE. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 3×2×2, sendo referente a três condutividades elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5 e 2,5 dS m⁻¹), dois sistemas de plantio (semeadura direta e transplantio) e com e sem a adição de cobertura morta. Aos 44 dias após a semeadura foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, área foliar, número de folhas, diâmetro do caule e comprimento da raiz, massa seca da folha, caule, parte aérea, raiz e total. A área foliar, número de folhas, comprimento da raiz e as massas seca do quiabeiro, mesmo sob proteção do solo e distintos sistemas de cultivo são afetados negativamente pelo estresse salino (2,5 dS m⁻¹).

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus* (L.); crescimento; proteção do solo; salinidade.

SALINE STRESS IN OKRA PLANTS GROWN UNDER DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS AND MULCH

ABSTRACT: The excess of salts in plants can cause a reduction in the absorption of water and nutrients, being quickly reflected in their growth rate, capable of causing disturbances in physiological and biochemical functions. The objective was to evaluate the growth and biomass accumulation of okra cultivated in different planting systems under saline stress, in the presence and absence of mulch. The study was carried out in polyethylene pots, in full sun in an area belonging to the Aurora Seedlings Production Unit, Redenção - CE. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 3×2×2 factorial scheme, referring to three irrigation water electrical conductivities (0.5; 1.5 and 2.5 dS m⁻¹), two irrigation systems planting (direct seeding and transplanting) and with and without the addition of mulch. At 44 days after sowing, the following variables were evaluated: plant height, leaf area, number of leaves, stem diameter and root length, dry mass of leaf, stem, shoot, root and total. Leaf area, number of leaves, root length and dry mass of okra, even under soil protection and different cropping systems, are negatively affected by saline stress (2.5 dS m⁻¹).

Keywords: *Abelmoschus esculentus* (L.); soil protection; salinity.

INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), é uma planta de origem africana pertencente à família das Malvaceae, com produção anual e longo período de

¹ Discente de Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, e-mail: francianyaraujo@gmail.com

² Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, e-mail: @sousagg@unilab.edu.br

colheita, não necessitando de excessivos tratos culturais, bem adaptada as condições tropicais, sendo a única cultura da família Malvaceae que tem relevância na olericultura brasileira (FILGUEIRA, 2012). A hortaliça é utilizada principalmente para alimentação humana e recentemente vem despertando o interesse do setor industrial para a produção de fibras, tornando uma boa alternativa de renda para o pequeno e grande agricultor (SALES et al., 2021).

O cultivo dessa cultura é comumente praticado através da semeadura direta, do qual é o método de propagação mais indicado, porém o transplantio também pode ser utilizado, auxiliando na germinação de sementes de espécies e cultivares da família Malvaceae, estas podem apresentar problemas na germinação devido à dormência das sementes, que causam problemas na produção devido aos desníveis nas plantas (ALVES et al., 2021; EVERT & EICHHORN, 2014; JUNGHANS et al., 2022)

O plantio por mudas tem vantagem de obter plântulas de alto vigor, saudáveis, produzidas em curto espaço de tempo, e ainda a utilização de menor número de sementes, reduzindo custos de plantio, entretanto, o transplantio ocasiona estresse a planta, em comparação fisiológica a semeadura direta (ANDRIOLO, 2013; DALASTRA et al., 2016).

Pela sua adaptação a ambientes com elevada temperatura, a região Nordeste se caracteriza como propícia ao cultivo dessa planta (MOTA et al., 2008). Entretanto, a região é caracterizada pela variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica e pela alta taxa de evapotranspiração, por esse fato, a irrigação constitui um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura (HOLANDA et al., 2016).

Salienta-se que a água destinada para irrigação plena nessa região, geralmente apresentam elevados teores de sais (SOUSA et al., 2022). O excesso de sais nas plantas pode ocasionar redução na absorção de água e nutrientes em função do abaixamento no potencial osmótico na solução do solo, perturbações nas funções fisiológicas e bioquímicas (LIMA et al., 2021; TAIZ et al., 2017). As respostas das plantas variam de acordo com seu grau de tolerância, no caso do quiabeiro sua salinidade no extrato de saturação é inferior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, sendo considerada sensível a salinidade (MAAS, 1984).

Na literatura existem métodos que ajudam a mitigar o estresse salino, como a utilização da cobertura morta vegetal. Essa prática conservacionista que vem se apresentando como uma técnica eficaz no controle das perdas excessivas de água, favorecendo dessa forma a umidade e temperatura do solo (BARBOSA et al., 2021).

Canjá et al., (2021) observaram que a cobertura do morta atenuou os efeitos dos sais na produção e aumentou a eficiência do uso da água na cultura do amendoim cultivada por semeadura direta no genótipo AC 130.

Desta forma, objetivou-se avaliar o crescimento e biomassa do quiabeiro, cultivado em diferentes sistemas de plantio, sob a influência de estresse salino, na presença e ausência de cobertura morta.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado a pleno sol no período de setembro a outubro de 2021, em área experimental pertencente a Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará.

A cidade está localizada no Maciço de Baturité, estando situada em uma latitude de 04°13'33''S, longitude de 38°43'50'' W, com uma altitude de 88 metros. O clima da região segundo a classificação de Köppen (1923) é do tipo Aw, caracterizando-se como tropical chuvoso, muito quente, com chuva distribuída nas estações verão a outono. Os dados climáticos referentes ao período do experimento estão expressos na Figura 1.

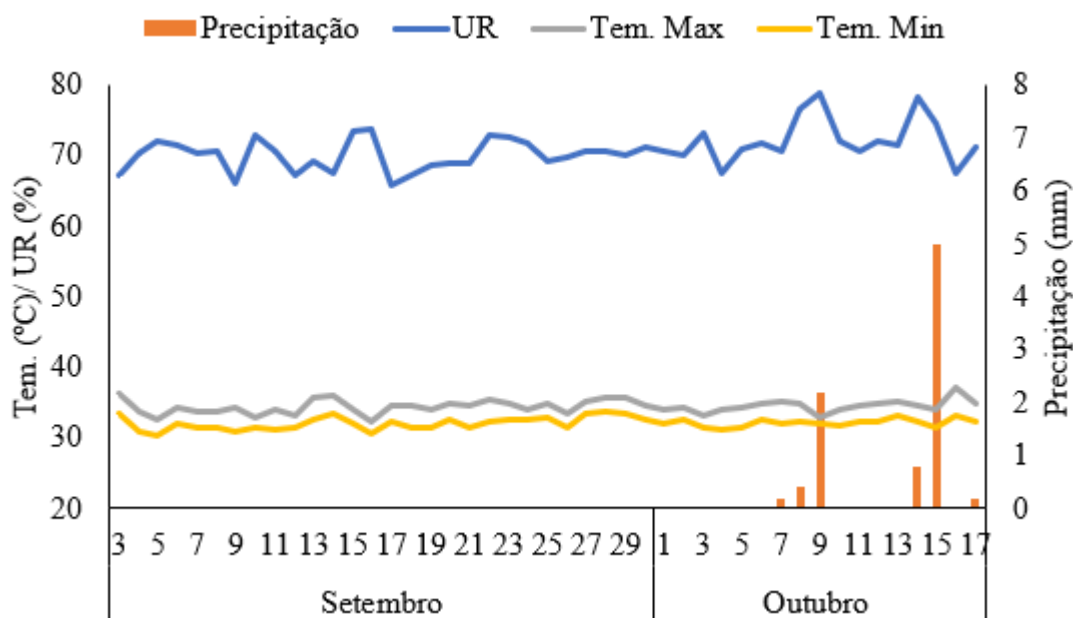


Figura 1. Dados de temperatura máxima (Tem. Max) e mínima (Tem. Min), umidade relativa do ar (UR) e precipitação durante o experimento. Fonte: adaptado de FUNCEME, 2021.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial $3 \times 2 \times 2$, com 6 repetições, correspondendo à três níveis de

condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,5; 1,5 e 2,5 dS m⁻¹), dois sistemas de plantio (TP= transplântio e SD= semeadura direta) e a presença (CC) e ausência (SC) de cobertura morta.

As mudas foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno com 200 células, cada célula recebendo uma semente. Aos 12 dias após a semeadura (DAS) após o surgimento da quarta folha definitiva foi realizado o transplântio para vasos de polietileno com capacidade de 25 L.

A semeadura direta ocorreu simultaneamente com a produção de mudas, desse modo, as plantas apresentam as mesmas idades. Foram postas cinco sementes por vaso, a uma profundidade de dois centímetros. As sementes utilizadas são da cultivar Santa Cruz 47. O desbaste ocorreu aos 12 DAS, deixando a planta que apresentava melhor vigor.

Os vasos e as bandejas de mudas foram preenchidos com substrato na proporção de 5:2:1 (arisco, areia e esterco bovino, respectivamente), cuja análise química segundo a metodologia de Teixeira et al. (2017), encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do substrato utilizado

M.O	N	P	Mg	K	Ca	Na	pH	PST	CEes
-----g kg ⁻¹ -----		mg kg ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----				H ₂ O	(%)	dS m ⁻¹
15,35	0,93	6,7	1,5	0,35	4,5	0,07	7,0	1,03	0,9

M.O = matéria orgânica; CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; PST = porcentagem de sódio trocável.

A cobertura morta utilizada, foi a vegetação local de plantas espontâneas secas, numa camada de 10 cm. Os tratamentos com as diferentes condutividades elétrica da água e cobertura morta, deram início aos 10 dias após o transplântio (DAT).

A água de 0,5 dS m⁻¹ foi proveniente do abastecimento local. Já as soluções salinas (1,5 e 2,5 dS m⁻¹) foram preparadas adicionando na água de abastecimento, os sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O), de forma a se obter a proporção equivalente de 7:2:1, conforme a metodologia proposta por Rhoades et al. (2000). A proporção dos sais utilizados é uma aproximação representativa da maioria das fontes de água subterrânea do semiárido brasileiro (MEDEIROS, 1992).

A irrigação foi realizada de forma manual, com turno de rega diário, obedecendo o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO et al., 2019). Foi adotado uma lâmina de lixiviação de 15%, a fim de evitar o acúmulo de sais próximo ao sistema radicular (AYERS; WESTCOT, 1999). O volume de água aplicado foi determinado conforme a seguinte equação:

$$VI = \frac{(Vp - Vd)}{(1 - LF)}$$

Em que:

VL: volume a ser aplicado na irrigação (mL);

Vp: volume irrigado no dia anterior (mL);

Vd: volume de água drenada (mL)

LF: fração de lixiviação de 0,15.

Os dados referentes ao consumo de água em função dos tratamentos de cobertura morta (Tabela 2) foram calculados com base nos dados diários do lisímetro de drenagem.

Tabela 2. Volume do consumo de água em função do tratameto cobertura morta na cultura do quiabo.

Cobertura morta	Consumo de água (L/vaso)	
	Média diária	Total
Sem cobertura	0,762	17,523
Com cobertura	0,621	14,905

Para a adubação, seguiu-se a recomendação de Trani (2013) correspondendo à 80 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P e 60 kg ha⁻¹ de K, sendo utilizado 8,8 g de ureia, 27,8 g superfosfato simples e 5,1 g cloreto de potássio, respectivamente, correspondente a fase de crescimento.

Aos 44 DAS foram analisadas as variáveis de crescimento em altura de planta (AP, cm), obtida entre a distância do colo e o ápice da planta; comprimento da raiz (CR, cm), que se deu da distância do colo ao local de maior concentração de raízes, ambas variáveis estimadas com auxílio de régua graduada (cm); diâmetro do caule (DC, mm), mensurado com paquímetro digital, à 2 centímetros acima do colo da planta, com resultados expressos em milímetro; número de folhas (NF), obtido através de contagem

direta; área foliar (AF, cm²), estimada conforme a equação (02), utilizando-se o fator de correção de 0,63 (OLIVEIRA et al., 2014).

$$AF = C \times L \times FC$$

Em que:

AF: área foliar (cm²);

C: comprimento (cm);

L: largura (cm)

FC: fator de correção (0,63).

No mesmo período (44 DAS), foram coletadas e identificadas as folhas, caule e raiz, posteriormente encaminhadas à estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, até a obtenção de massa constante. Com auxílio de uma balança analítica expressa em gramas (g), realizou-se a avaliação das seguintes variáveis: massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e a massa seca da raiz (MSR). A massa seca total (MST) foi obtida pelo somatório da MSF+MSC+MSR.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p< 0,05), utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3) para o crescimento inicial do quiabeiro, foi observado interação tripla entre os fatores estudados (condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio e cobertura morta) para as variáveis altura de planta e área foliar. Já o número de folhas obteve efeito significativo isolado para a CEa.

A condutividade elétrica da água de irrigação combinado com o fator sistema de plantio influenciou o diâmetro do caule. Já o diâmetro do caule. Outra combinação do sistema de plantio mais a cobertura morta também influenciaram essa variável. Diferentemente do comprimento da raiz que foi influenciado apenas pela CEa e sistema de plantio.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), área foliar (AF), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR) do quiabo, sob três condutividades elétricas da água de irrigação, dois sistemas de plantio, com a presença e ausência de cobertura morta aos 44 DAS.

FV	GL	Quadrados médios				
		AP	AF	NF	DC	CR
CEa	2	59,41 [*]	9185,29 ^{**}	58,23 ^{**}	12,41 [*]	156,58 ^{**}
Sistema de plantio (SP)	1	2,19 ^{ns}	15343,47 ^{**}	0,58 ^{ns}	115,52 ^{**}	63,60 ^{**}
Cobertura (CB)	1	5,59 ^{ns}	2992,40 ^{ns}	3,33 ^{ns}	0,18 ^{ns}	3,93 ^{ns}
CEa × SP	2	24,86 ^{ns}	3892,02 [*]	19,52 ^{ns}	15,08 [*]	31,50 ^{**}
CEa × CB	2	12,84 ^{ns}	150,55 ^{ns}	3,50 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,58 ^{ns}
SP × CB	1	8,49 ^{ns}	5038,48 [*]	15,58 ^{ns}	17,42 [*]	7,20 ^{ns}
CEa × SP x CB	2	62,05 [*]	8192,93 ^{**}	16,17 ^{ns}	10,98 ^{ns}	2,06 ^{ns}
Resíduo	60	13,51	937,28	6,79	3,49	4,85
Total	71					
MG		16,04	97,05	9,70	7,67	11,83
CV%		22,92	33,28	26,88	24,33	18,61

FV: Fontes de variação; GL: Graus liberdade; (*) Significativo pelo teste F a 5%; (**) Significativo pelo teste F a 1%; ns: não significativo; CV: Coeficiente de variação; MG: média geral.

Verifica-se na figura 2, que sob sistema de semeadura direta, sem a adição de cobertura morta, no nível mais alto de CEa (2,5 dS m⁻¹), a altura foi afetada negativamente, apresentando menor valor médio (11,83 cm). Diferentemente da inserção da cobertura morta que proporcionou acréscimo de 31,86% na altura. O fator cobertura morta apresentou diferenças na CEa 1,5 dS m⁻¹ na semeadura direta, esse mesmo tratamento sem a adição de cobertura em comparação à presença, demonstrou uma redução de 76,69%.

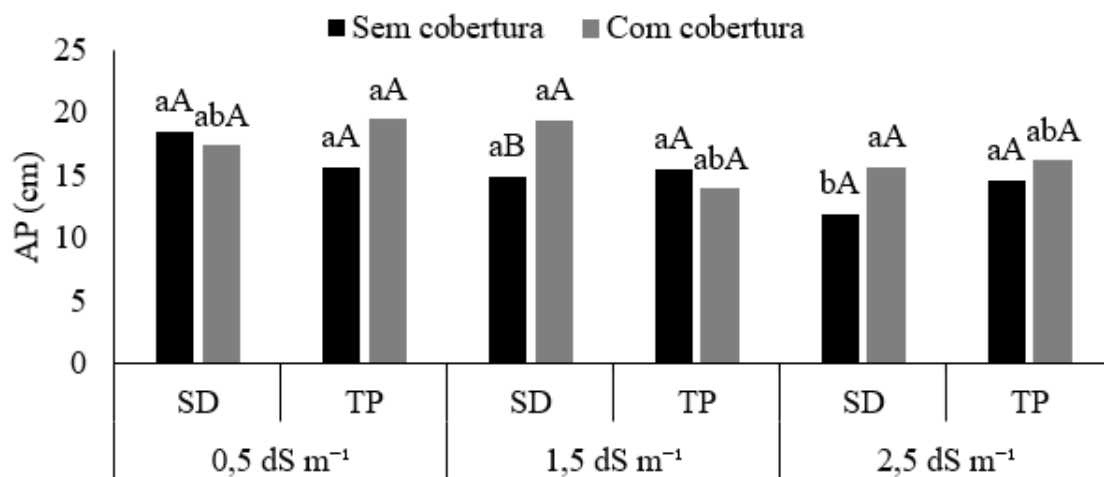


Figura 2. Altura de plantas do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplântio) sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O efeito do estresse salino pode estar relacionado ao excesso de sais solúveis presentes na água de irrigação, que ocasiona o estresse osmótico (TAIZ et al., 2017), fato que, plantas sensíveis aos sais tendem a reduzir a capacidade de absorção de água, e isso é rapidamente refletido na taxa de crescimento (SILVA et al., 2022).

Porém o uso da cobertura morta proporciona menor perda de água do solo por evaporação e diminui o efeito do acúmulo dos sais nas camadas superficiais do solo na CEa intermediária (PEREIRA e ALVES, 2016). Sendo a semeadura direta favorecida pela umidade e redução de sais próximos a zona de absorção, facilitando a captação de água e nutrientes que são fundamentais para fixação de carbono e consequentemente aos processos fisiológicos das culturas; como a atividade meristemática e o alongamento celular, que são essenciais para a altura de planta (TAIZ et al., 2017).

Sousa et al. (2020) estudando o desenvolvimento vegetativo do quiabeiro, verificaram que a água de 2,01 dS m⁻¹ não inibiu a variável, no entanto, águas com CEa acima deste valor (5 dS m⁻¹) resultaram em inibição de crescimento, com redução de 17,37%. Barbosa et al. (2021) analisando o estresse salino na cultura do feijão-caupi, também constataram que a cobertura morta proporcionou maior altura de plantas em relação ao tratamento sem cobertura.

Ao avaliar a área foliar (Figura 3), notou-se que o tratamento 1,5 dS m⁻¹ em semeadura direta sem a adição de cobertura morta, não demonstrou diferenças estatísticas

a de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ sob semeadura direta e cobertura morta. Ainda na CEa $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, a semeadura direta em associação com a cobertura apresentou diferença positiva de 46,7 e 53,6%, quando comparado ao transplântio sem e com a cobertura, respectivamente. As plantas cultivadas por meio de transplântio sob irrigação da CEa de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ diferiu-se dos demais tratamentos, afetando de forma negativa a área foliar da cultura do quiabo, sendo responsável pela menor média para a variável ($54,77 \text{ cm}^2$).

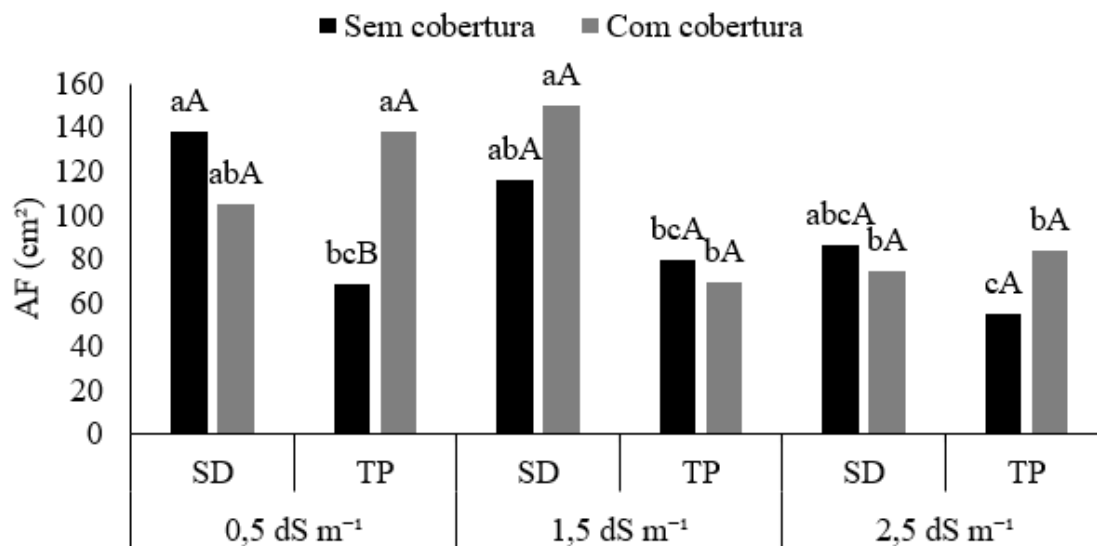


Figura 3. Área foliar do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplântio) e sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As folhas tem sua taxa de expansão rapidamente afetadas pelo aumento da salinidade, já que grandes áreas foliares refletem em maior evaporação de água, o que pode ser prejudicial para a sobrevivência das culturas, com isso, as plantas desenvolvem alterações morfológicas a estresses abióticos, por diminuição da divisão e expansão das células foliares, que resulta na redução da área foliar (SOUSA et al., 2020; TAIZ et al., 2017).

Plantas que são transplantadas necessitam se ajustar ao novo ambiente, dependendo energia e realocando fotoassimilados. Neste sentido, a cobertura morta pode ter contribuído com a adaptação a salinidade e a mesma melhora o desenvolvimento da parte aérea, por atribuir melhor proteção de solo menores perdas por evaporação (PEREIRA et al, 2015).

De forma similar, Sousa et al. (2020) ao estudar a influência da salinidade da água de irrigação na cultura do quiabo, concluíram o estresse salino afetou negativamente a área foliar da cultura do quiabo cultivada por semeadura direta. Lima et al. (2020) ao avaliarem o estresse salino e diferentes cobertura morta no cultivo de milho, também evidenciaram declínio dessa variável.

O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu significativamente o número de folhas, com reduções similares a partir do tratamento controle ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) de 23,3 e 23,5%, para as CEa de 1,5 e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Figura 4).

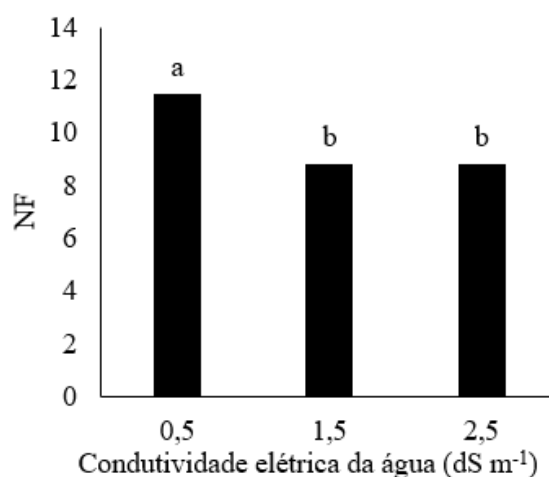


Figura 4. Número de folhas do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação. Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em condições de estresse salino a inibição da emissão do número de folhas é uma resposta para se evitar a elevada transpiração, de forma a manter a absorção de água sob consequência da baixa disponibilidade de água no solo (OLIVEIRA et al., 2011).

Magalhães et al. (2021) trabalhando com CEa com a cultura do feijão de corda, observaram redução no número de folhas com aumento da concentração de sais. Santos et al. (2020) estudando plantas de rúcula cultivada sob transplantio, verificaram que o aumento das CEa, ocasionou na redução no número de folhas.

Para a variável diâmetro do caule, observa-se que a semeadura direta foi estatisticamente superior ao transplantio na água de $0,5$ e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, porém na água de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ não houve diferença estatística. Os valores foram reduzidos em 20,5 e 24,5% das CEa $0,5$ e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação a de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 5A).

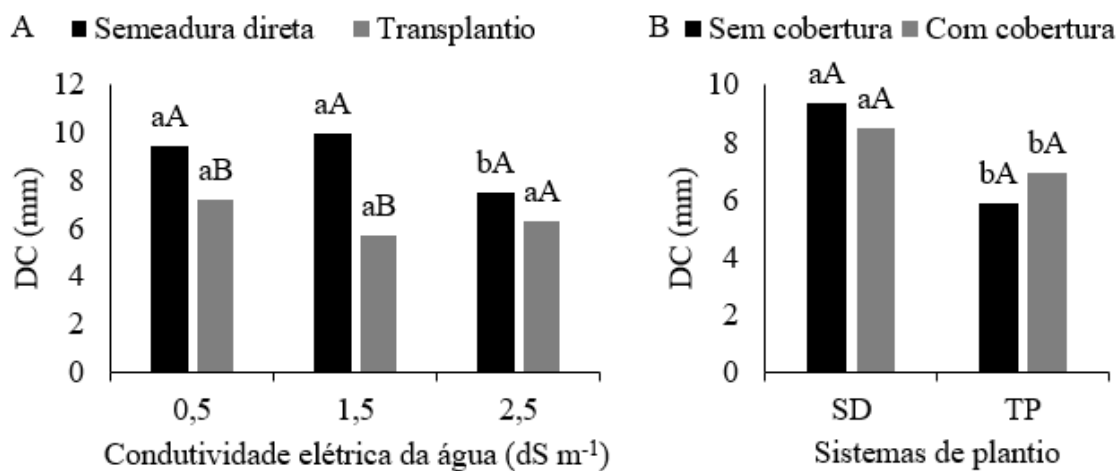


Figura 5. Diâmetro do caule (mm) do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e sistemas de plantio (A); e sob sistemas de plantio, com a presença e ausência de cobertura morta (B). Colunas com letras minúsculas iguais sob diferentes CEa e mesmo sistema de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e diferentes sistemas de cultivo não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para o diâmetro do caule envolvendo o estresse salino e sistema de cultivo, revela que as plantas com extenso diâmetro do caule tendem a demandar maior quantidade de água, assim como resposta ao elevado teor de sais na água de irrigação, ocorrem alterações morfológicas como o seu decréscimo, a fim de manter o transporte de água e reduzir a entrada de sais, já que sua absorção progressiva desses sais podem ser depositados linearmente. Dias et al. (2016) descrevem que a acumulação de íons (Na^+ e Cl^-) no tecido da planta primeiramente causa desbalanço osmótico e além disso a absorção gradual causa toxidez.

A sementeira direta apresentou vantagens em condições de salinidade moderada, possivelmente por a planta já estar estabelecida ao ambiente, ao contrário do transplântio que além de precisar aclimatar-se ao novo local, tem-se um fator limitante que é o estresse salino. Nesse mesmo sentido, a planta necessita redistribuir fotoassimilados que seriam utilizados no caule para as raízes, a fim de auxiliar na captação de recursos para seu desenvolvimento.

Ao avaliar o efeito da salinidade sobre o diâmetro do caule do quiabeiro em sementeira direta, Sousa et al. (2020), observaram que o aumento da CEa de 1,0 a 5,0 dS m^{-1} afetou de forma significativa essa variável, com redução de 16,7%.

Oliveira et al. (2022) ao estudar o diâmetro do caule de cinco espécies sob sementeira direta e plantio de mudas, verificaram que duas destas não apresentaram

diferenças, enquanto as demais obtiveram as melhores médias sob transplântio, sendo esse resultado parcialmente contrário ao do presente trabalho.

Na figura 5B, a semeadura direta proporcionou a obtenção das melhores médias para o diâmetro do caule independente da presença ou ausência de cobertura morta, com médias superiores de 37% sem cobertura e 18% com cobertura em comparação direta ao transplântio.

O processo de translocação de fotoassimilados pode ter sido substancialmente reduzido no diâmetro do caule sob transplântio, ou seja, a planta provavelmente priorizou as raízes a fim de atender as necessidades da aquisição de nutrientes essenciais para aclimatação da planta (TAIZ et al., 2017).

Para o comprimento da raiz a semeadura direta apresentou decréscimo com o incremento da salinidade com redução de 23,6 e 42,7 em relação ao tratamento controle. Nos dois maiores níveis salinos não houve diferença estatística entre semeadura direta e transplântio com o incremento da salinidade, porém quando utilizou água de menor salinidade, a semeadura direta foi superior estatisticamente ao transplântio apresentando um acréscimo de 27,62% (Figura 6).

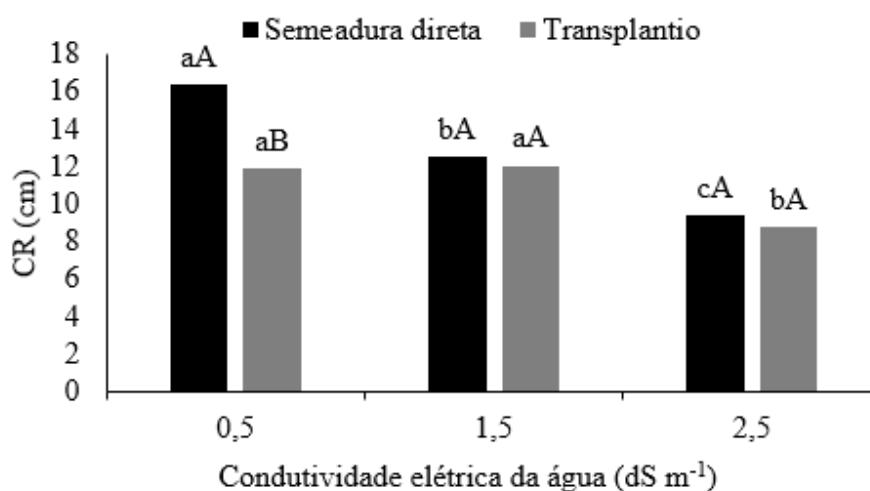


Figura 6. Comprimento da raiz (cm) do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e sistemas de plantio. Colunas com letras minúsculas iguais sob diferentes CEa e mesmo sistema de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e diferentes sistemas de cultivo não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em parte, a salinidade afeta o desenvolvimento radicular por estarem em contato direto com os sais (GUIMARÃES et al., 2013), além do potencial osmótico, que dificulta a absorção de água. A semeadura direta tem a vantagem de ter o crescimento

natural das raízes apresentando maior profundidade, sem limitações para seu desenvolvimento, podendo as tornar mais resistentes a ações adversas, já as raízes de plantas de transplântio vão demandar tempo para seu restabelecimento em campo (GRIBOGI e SALLES, 2007). Porém, ambos podem se apresentar de forma semelhante após um período.

Esses resultados se assemelham aos encontrados por Sousa et al. (2020) ao estudar a cultura do quiabo sob semeadura direta que inibiu linearmente apresentando redução de 5,9 cm (25,76%) entre a menor e a maior CEa. E por Sousa et al. (2019) com plantas de morango transplantadas, os mesmos observaram a inibição do comprimento da raiz com o aumento do nível salino de 0,5 dS m⁻¹ para 2,5 dS m⁻¹, acarretando redução máxima de 30%.

Com base na tabela 4, respectiva ao resumo da análise de variância dos dados de fitomassa seca do quiabeiro, pode-se observar que todas as variáveis analisadas (massa seca das folhas, massa seca caule, massa seca da raiz e massa seca total) foram influenciadas significativamente pela interação tripla dos fatores (condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio e cobertura morta)

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os dados de massa seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e massa seca total (MST) do quiabo, sob três condutividades elétricas da água de irrigação, dois sistemas de plantio, com a presença e ausência de cobertura morta aos 44 DAS.

FV	GL	Quadrados médios			
		MSF	MSC	MSR	MST
CEa	2	90,77**	7,73**	5,68**	213,10**
Sistema de plantio (SP)	1	160,23**	25,13**	13,33**	454,71**
Cobertura (CB)	1	82,45**	1,00 ^{ns}	1,02*	123,03**
CEa × SP	2	11,46*	1,93**	1,45**	35,66**
CEa × CB	2	59,29**	1,40**	0,59 ^{ns}	77,74**
CEa × CB	1	10,45 ^{ns}	1,63*	2,81**	38,31**
CEa × SP × CB	2	14,09**	7,54**	2,20**	57,54**
Resíduo	60	2,61	0,25	0,19	4,93
Total	71				
MG		6,12	1,67	1,28	9,09
CV%		26,38	30,21	34,45	24,43

FV: Fontes de variação; GL: Graus liberdade; (*) Significativo pelo teste F a 5%; (**) Significativo pelo teste F a 1%; ns: não significativo; CV: Coeficiente de variação; MG: média geral.

Para a massa seca das folhas do quiabeiro (Figura 7), na CEa intermediária, a semeadura direta foi superior ao transplântio com ou sem a adição de cobertura, com diferença positiva para a semeadura direta em 58,73% e 52,46%, respectivos a sem e com adição de cobertura.

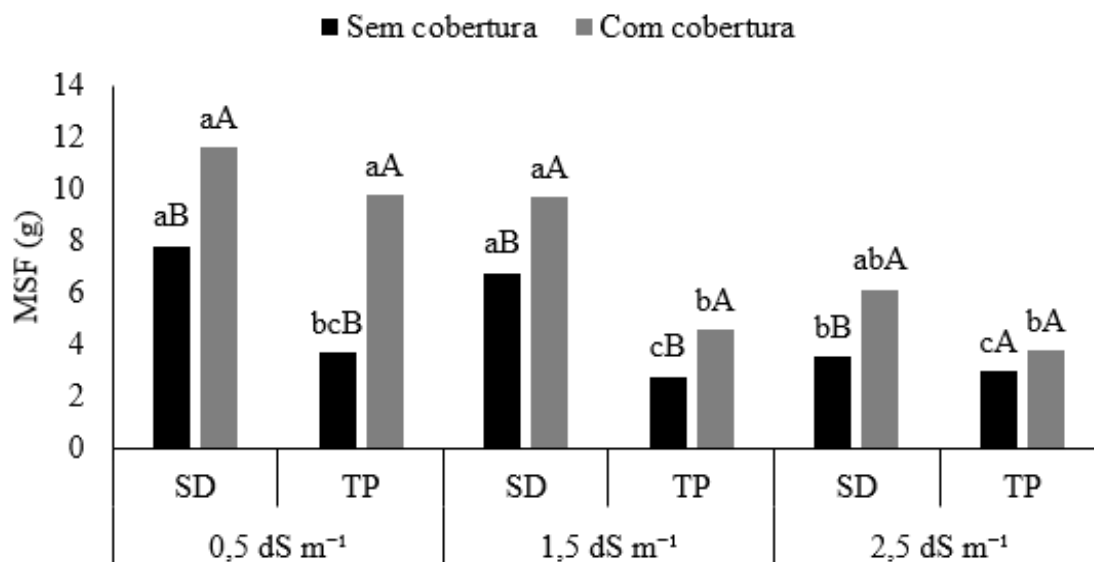


Figura 7. Massa seca das folhas do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplântio) e sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O decréscimo de massa seca da folha no transplântio principalmente nas águas salinas, pode ser em decorrência do déficit de absorção de água e nutrientes pelo transplântio, pelo possível rompimento dos pelos radiculares no momento da remoção das plântulas das bandejas, e ainda ao efeito osmótico pelo aumento das CEa do qual é agravado pela não aplicação de cobertura morta, tornando a disponibilidade hídrica insuficiente, com isso suas atividades fisiológicas são prejudicadas interferindo na produção de fitomassa (FREITAS et al., 2014).

Similar a esse resultado, Nascimento et al (2017) apontam relação negativa ao aumento da salinidade da água de irrigação, do qual a produção de matéria seca das folhas é reduzida.

Em ambos os sistemas de plantio a maior CEa (2,5 dS m⁻¹), proporcionou o menor acúmulo de MSC porem com superioridade a partir do uso da cobertura na semeadura direta. Na água de 1,5 dS m⁻¹, a semeadura direta com a cobertura

apresentou a maior média para a variável, de 3,48g. Na mesma CEa, a ausência de cobertura morta, tanto na semeadura direta, como no transplântio demonstraram inferioridade nas médias do tratamento (Figura 8).

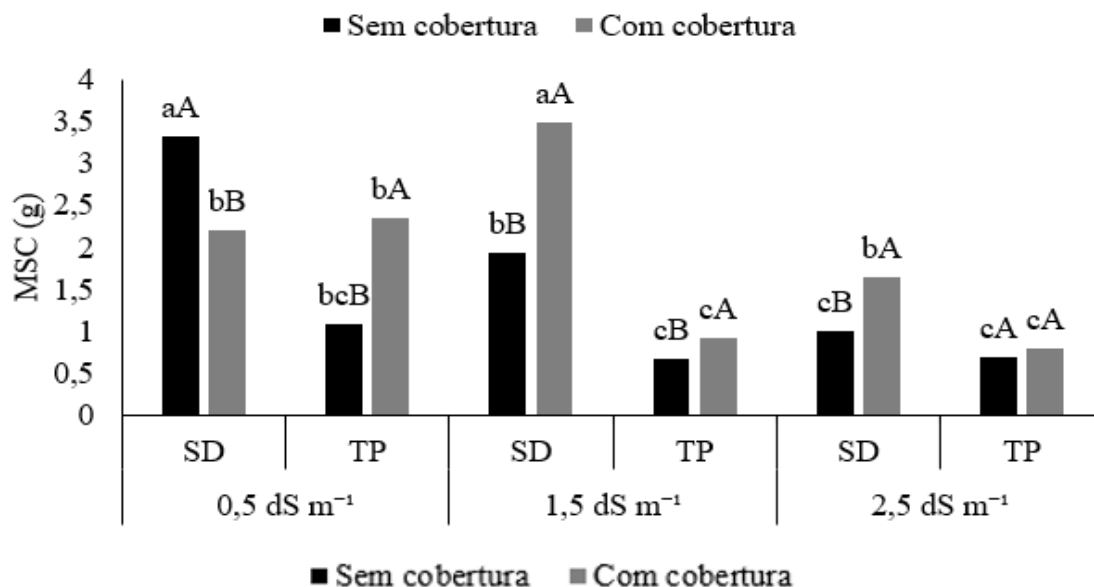


Figura 8. Massa seca do caule (g) do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplântio) e sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O transplântio foi inferior a semeadura direta, estando ou não sob condições de estresse salino, visto a necessidade de se adaptar ao ambiente, sendo esse fato agravado pelos efeitos da CEa e mais ainda pela elevada temperatura e baixa umidade do solo pelo não uso da cobertura morta. Afetando a partição dos fotoassimilados, que em condições de estresse salino, tem sua produção prejudicada pelo fechamento dos estômatos, a fim de diminuir as perdas de água, porém diminui a sua assimilação fotossintética e conseqüentemente no acúmulo de massa seca. Tal comportamento foi observado por Nascimento et al. (2017), na cultura do quiabo, onde com o aumento do nível salino ocorreu redução linear na massa seca do caule.

Os menores valores para a MSR, apesar da variação da CEa, foram obtidos no transplântio, sem o uso da cobertura com um percentual de diferença de 67,22, 53,33 e 21,53% nas CEa de forma sequencial (Figura 9).

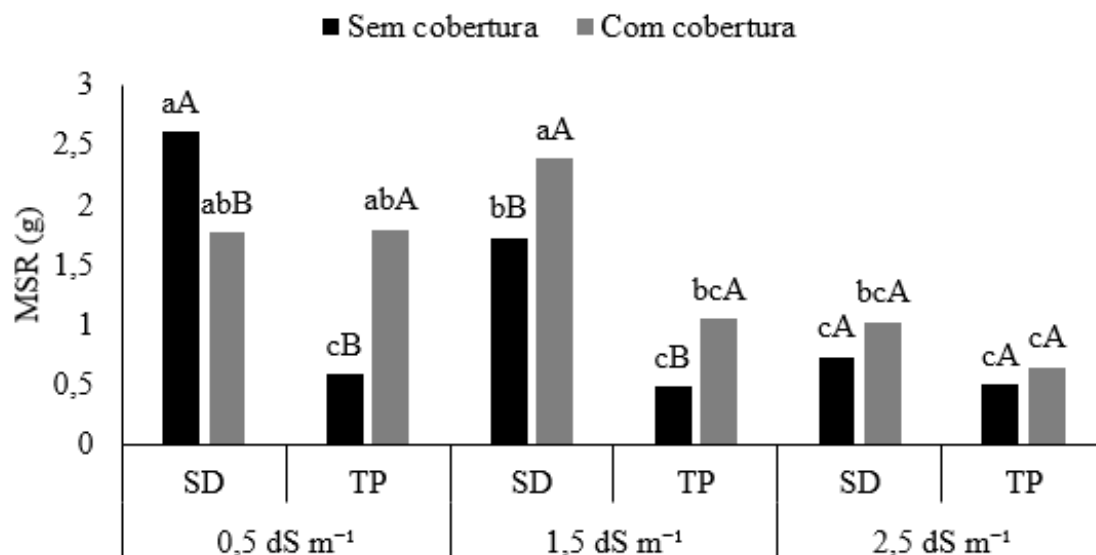


Figura 9. Massa seca da raiz (g) do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplantio) e sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Este efeito, pode ter relação com a redução da absorção de água, ocasionada pelo transplantio, que ao realizar esse processo, a perturbação no solo ocasiona no afastamento dos agregados do solo e até a ruptura dos pelos radiculares, que são responsáveis pela maior absorção de água e íons do solo (TAIZ et al., 2017), razão pelo qual plântulas recentemente transplantadas precisam ser protegidas da perda de água durante os primeiros dias após o transplante, para que possam se desenvolver e restabelecer o contato com o solo, dando maior resistência ao estresse hídrico ocasionado pela elevada evapotranspiração e das CEa, que através do potencial osmótico agrava o déficit.

Essa limitação ocasionada pelas CEa as raízes, pode ser atenuado pela camada de proteção do solo efetuada pela cobertura morta, que irá reduzir a evaporação da água, fazendo que os sais não se precipitam na zona radicular (COSTA et al., 2008), auxiliando na captação de recursos essenciais, e dessa forma beneficiando o acúmulo de massa seca da raiz.

Gouveitcha et al. (2021) verificaram decréscimo na MSR em cultivares de quiabo pelo estresse salino, com reduções de 35,55 e 43,32% para a cv 'Keleya' e 'Yodana', respectivamente. Sousa et al. (2018) trabalhando com diferentes CEa na

cultura do milho, também observaram que a MSR reduziu nos maiores níveis salinos, no entanto, a presença da cobertura morta atenuou o estresse.

A massa seca total (Figura 10) foi reduzida com a utilização da técnica do transplântio, com maior intensidade nos tratamentos sem cobertura. Os menores valores foram obtidos sob CEa de 2,5 dS m⁻¹ (semeadura direta de 5,33g e 8,83g respectivos a sem e com cobertura, do mesmo modo para o transplântio 4,24 g e 5,52 g).

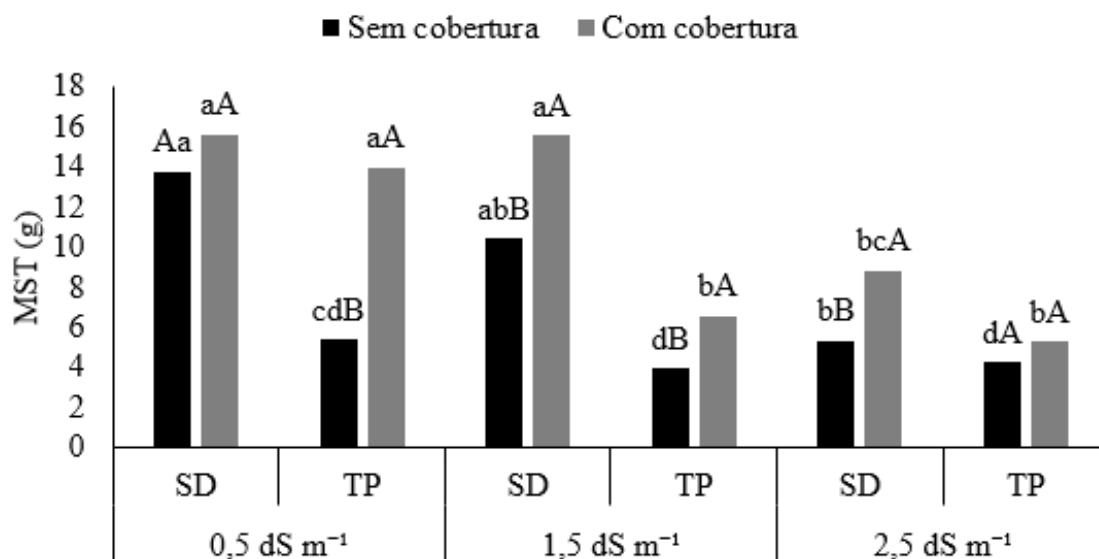


Figura 10. Massa seca total (g) do quiabeiro, cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, sistemas de plantio (SD= semeadura direta e TP= transplântio) e sem e com cobertura morta. Colunas com letras minúsculas iguais sob a mesma cobertura entre diferentes CEa e sistemas de cultivo e colunas com letras maiúsculas iguais sob mesma CEa e sistema de cultivo e diferentes coberturas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A presença de sais e/ou déficit hídrico diminui a turgescência, causando o fechamento dos estômatos, prejudicando a absorção CO₂ e dessa forma a sua assimilação (TAIZ et al., 2017). Essa limitação do armazenamento, também pode estar relacionada com a presença de íons na água de irrigação, que podem acarretar toxidez na planta, gerando desbalanço nutricional, podendo ser atenuado com a utilização da cobertura morta (LIMA et al., 2020).

Esses resultados corroboram com o trabalho de Sousa et al. (2018) avaliando a variável MST na cultura do milho, sobre cobertura morta e salinidade na água de irrigação de forma isolada, observaram que no intervalo de 1 a 5 dS m⁻¹, induziu uma redução de 38,69%, e o uso da cobertura influenciou positivamente, com valores de 58,74 g e 49,51 g para os tratamentos com e sem cobertura vegetal morta.

CONCLUSÕES

O estresse salino afeta a área foliar do quiabeiro, no entanto, até níveis moderados ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$), a semeadura direta e a cobertura morta atenuaram tais efeitos.

A área foliar, número de folhas, comprimento da raiz e a massa seca da folha, caule, raiz e a total do quiabeiro são afetados negativamente pelo estresse salino ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$) mesmo sob proteção do solo e distintos sistemas de cultivo.

A cobertura morta promoveu redução dos efeitos dos sais em todas as variáveis de biomassa sob ambos os sistemas de plantio na CEa $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. 2. ed. Santa Maria, UFSM, 2013. 158 p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29).

BARBOSA, I. J.; SOUSA, H. C.; Schneider, F.; SOUSA, G. G.; Lessa, C. I. N.; Sanó, L. Mulch with sugarcane bagasse and bamboo straw attenuates salt stress in cowpea cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 7, p. 485-491, 2021.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9.ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545p.

CANJÁ, J. F. SALES, J. R. S.; PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G. Production and water use efficiency of peanut under salt stress and soil cover. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, 2021.

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

DALASTRA, G. M. ECHER, M. M.; HACHMANN, T. L.; GUIMARÃES, V. F.; SCHMIDT, M. H.; CORBARI, F. L. Desenvolvimento e produtividade da melancia em função do método de cultivo. **Revista de Agricultura**, v. 91, n. 1, p. 54-66, 2016.

DIAS, Nildo da S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. In: Gheyi, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza - CE: INCTSal, 2016. Cap11. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade, p. 151-161.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 1637 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013. 421 p.

FREITAS, M. A. C.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A. M. E.; PEREIRA, M. S.; NOGUEIRA FILHO, F. P.; LACERDA, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 839-849, 2014.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia. Disponível em: <<http://funceme.br/pcd/reports/4705?sensor=2&intervalo=1m&periodo=2021-09-27&uf=CE&instituicao=1&operador=AVG&estacao=4705>>. Acesso em: 25 de jun. 2022.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2013.

GRIBOGI, C. C.; SALLES, R. F. M. Vantagens da semeadura direta no cultivo de beterraba. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 5, n. 1, p. 33-38, 2007.

GOUVEITCHA, M. B. G.; KPINKOUN, J. K.; MENSAH, A. C. G.; GANDONOU, C. B. Salinity resistance strategy of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) cultivars produced in Benin Republic. **International Journal of Plant Physiology and Biochemistry**, v. 13, n. 1, p. 19-29, 2021.

KÖPPEN, W. P. Die klimare der erde: Grundriss der klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter & So., 1923. 369p.

LIMA, A. F.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; JUNIOR, F. B. S.; GOMES, S. P.; MAGALHÃES, C. L. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. **Irriga**, v. 25, n. 2, p. 347-360, 2020.

LIMA, A. F. S.; SANTOS, M. F.; OLIVEIRA, M. L.; SOUSA, G. G.; FILHO, P. F. M.; LUZ, L. N. Physiological responses of inoculated and uninoculated peanuts under saline stress. **Revista Ambiente & Água**, v. 16, 2021.

MAGALHÃES, C. L.; SOUSA, G. G.; BARBOSA, A. S.; RIBEIRO, R. M. R.; SANTOS, M. F.; FILHO, E. M. C. Irrigação com água salina e uso de biofertilizante bovino no crescimento e nas trocas gasosas de feijão-de-corda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 2, p. 131-136, 2021.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; RIBEIRO, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 762-767, 2008.

NASCIMENTO, P. S.; PAZ, V. P. S., FRAGA JÚNIOR, L. S., COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Colloquium Agrariae**. 2017. p. 10-15.

OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, R. A.; JESUS, J. B.; GAMA, D. C. ALMEIDA, E. S. Semeadura direta e plantio de mudas para recuperação de nascentes no rio Piauitinga, município de Salgado, Sergipe, Brasil. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 289-302, 2022.

OLIVEIRA, S. P.; MELO, E. N.; MELO, D. R. M.; COSTA, F. X.; MESQUITA, E. F. Formação de mudas de quiabeiro com diferentes substratos orgânicos e biofertilizante. **Revista Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 219-235, 2014.

OLIVEIRA, F. A. D.; CARRILHO, M. J, D. O.; MEDEIROS, J, F, D.; MARACAJÁ, P. B.; DE OLIVEIRA, M. K. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 771-777, 2011.

PEREIRA, L. S.; ALVES, I. Estimativa da evapotranspiração e da transpiração das culturas em ambiente salino. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza - CE: INCTSal, 2016. p. 295-318.

PEREIRA, F. F. S.; MATSURA, E. E.; MOUSINHO, F. E. P.; BIZARI, D. R. Retenção de água em níveis de cobertura morta no feijoeiro irrigado em sistema de plantio direto. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 557-569, 2015.

SALES, J. R. S.; MAGALHÃES, C. L.; FREITAS, A. G. S.; GOES, G. F.; SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G. Physiological indices of okra under organomineral fertilization and irrigated with salt water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 466-471, 2021.

SANTOS, R. H. S.; REIS, L. S.; DIAS, M. S.; SILVA, F.A.; SANTOS, J. P. O.; SANTOS, S. C.; REIS, L. S. TAVARES, C. L. Desempenho da rúcula sob condições de sombreamento e níveis de salinidade da água de irrigação. **Colloquium Agrariae**. v. 16, n.4, p. 38-45, 2020.

SILVA, E. B.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; SOUSA, J. T. M.; SANTOS, M. F.; AZEVEDO, B. M. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 495-501, 2022.

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

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. S.; SALES, J. R. S.; CAVALCANTE, F.; SILVA, G. L.; LEITE, K. N. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3078-3089, 2018.

SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; GUILHERME, J. M. S.; SILVA JUNIOR, F. B.;

FREITAS, A. G. S.; VIANA, T. V. A. Crescimento de morangueiro submetido a níveis de salinidade e adubação orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 485-490, 2019.

SOUSA, G. G.; MENDONÇA, A. M.; SALES, J. R. S.; JUNIOR, F. B. S.; MORAES, J. G. L.; SOUSA, J. T. M. Morphophysiological characteristics of okra plants submitted to saline stress in soil with organic fertilizer. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. 3241-3241, 2020.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; LIMA, A. F. S.; RIBEIRO, R. M. R.; RODRIGUES, F. H. C. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 174-181, 2021.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TEODORO, M. C. C. L.; SANTOS, V. J.; FRARE, P. Calagem e Adubação para a Cultura do Quiabo. **Instituto Agrônomo de Campinas**, p.4, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 819p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**, 3. ed., Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.