



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
MESTRADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

DAISY DANIELE DA SILVA

NITRATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESE SALINO NA COUVE
FOLHA (*Brassica oleracea* L.) CULTIVADA EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO

Mossoró

2021

DAISY DANIELE DA SILVA

NITRATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESE SALINO NA COUVE
FOLHA (*Brassica oleracea* L.) CULTIVADA EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Tecnologia em nutrição de plantas e soluções para a convivência com a seca e salinidade

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

Mossoró

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586n Silva, Daisy Daniele da.
NITRATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESE
SALINO NA COUVE FOLHA (*Brassica oleracea* L.)
CULTIVADA EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO / Daisy
Daniele da Silva. - 2021.
80 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Coorientadora: Mychelle Karla Teixeira de
Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2021.

1. *Brassica oleracea* L. 2. Salinidade. 3.
Hidroponia . 4. Solução nutritiva. I. Oliveira,
Francisco de Assis de, orient. II. Oliveira,
Mychelle Karla Teixeira de, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DAISY DANIELE DA SILVA

NITRATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESE SALINO NA COUVE
FOLHA (*Brassica oleracea* L.) CULTIVADA EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

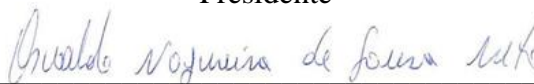
Linha de Pesquisa: Tecnologia em nutrição de plantas e soluções para a convivência com a seca e salinidade

Defendida em: 30/09/2021

BANCA EXAMINADORA



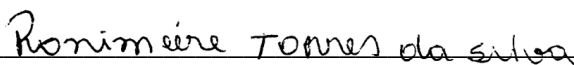
Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira (UFERSA)
Presidente



Dr. Osvaldo Nogueira de Sousa Neto (UFERSA)
Membro Avaliador



Dra. Iarajane Bezerra do Nascimento (PMAB)
Membro externo à instituição



Dra. Ronimeire Torres da Silva (UFPB)
Membro externo à instituição

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as bênçãos alcançadas.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA), pela oportunidade de cursar um mestrado e aperfeiçoar meus conhecimentos.

Ao meu orientador Francisco de Assis de Oliveira, por todos os conhecimentos científicos repassados, mas acima de tudo por toda compreensão, atenção e valores que pude desfrutar durante o período do mestrado e que levarei para o resto da vida.

A minha família, em especial aos meus pais Ozian Figueredo, José Alciliano e a minha avó Ozelita Figueredo por todo o apoio, sem vocês nada disso seria possível.

Ao servidor terceirizado Sérgio por sua contribuição, ajuda na condução do experimento e amizade.

A uma grande amiga, Louize Nascimento, serei sempre grata por cada momento que vivemos, bom ou ruim sabíamos que podíamos contar uma com a outra.

A Sandy Santos por toda ajuda na condução do experimento e amizade.

Grata a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento e realização de mais uma etapa acadêmica.

OBRIGADA!

Ao meu amado irmão David Rodrigo (in memoriam), que sempre me apoiou nos meus sonhos e projetos.

DEDICO

RESUMO

O uso de água salina associada ao cultivo hidropônico e suplementação mineral tem sido uma estratégia importante na produção de hortaliças no semiárido. Deste modo, este estudo teve o objetivo de investigar os efeitos da adição suplementar de Ca^{2+} na solução nutritiva no cultivo da couve-folha (*Brassica oleracea* L.) sob estresse salino em sistema semi-hidropônico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semiárido, em Mossoró-RN. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo a parcela experimental composta por três vasos. Os tratamentos foram compostos por cinco soluções nutritivas: S1 - Solução nutritiva padrão (SNP); S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m^{-1}); S3 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra); S4 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + (100% extra) e S5 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + (150% extra). Foram realizadas análises fisiológicas (fluorescência inicial, fluorescência máxima, fluorescência variável, máxima eficiência quântica do fotossistema II, eficiência quântica efetiva do fotossistema II, dissipação não fotoquímica, dissipação fotoquímica não controlada, taxa de transporte de elétrons, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração, concentração interna de carbono, eficiência instantânea do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação), crescimento (altura, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar), produção (número de folhas comercial e total, comprimento e largura de folha e massa fresca de folha) e nutricionais (macronutrientes). O estresse salino provocou aumento para a maioria das variáveis relacionada com a Fluorescência da clorofila *a*. as plantas submetidas ao estresse salino apresentaram redução da fotossíntese, condutância estomática, transpiração, eficiência instantânea de carboxilação. O uso de água salina reduziu o crescimento e produção das plantas. A adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ não alterou a reposição das plantas a salinidade, no tocante ao crescimento e a produção. A adição de NaCl na solução nutritiva provocou redução nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. A partir dos resultados obtidos no presente estudo conclui-se que a suplementação extra com cálcio não reduziu o efeito da salinidade sobre o crescimento, fotossíntese, produção e nutrição das plantas de couve e que, em condições onde seja inevitável o uso de água salina com 7,0 dS m^{-1} para o preparo da solução nutritiva, não recomenda-se utilizar dose extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ no cultivo de couve.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* L.. Salinidade. Solução nutritiva. Nutrição mineral.

ABSTRACT

CALCIUM NITRATE AS ATTENUATOR OF SALT STRESS IN KALE (*Brassica oleracea* L.) CULTIVATED IN SEMI-HYDROPONIC SYSTEM

The use of saline water associated with hydroponic cultivation and mineral supplementation has been an important strategy in the production of vegetables in the semi-arid region. Thus, this study aimed to investigate the effects of supplemental addition of Ca^{2+} in the nutrient solution in the cultivation of kale (*Brassica oleracea* L.) under salt stress in a semi-hydroponic system. The experiment was conducted in a greenhouse of the Federal Rural University of the Semi-Arid Region, in Mossoró, RN, Brazil. The experimental design was randomized blocks, with five treatments and four replicates, and the experimental plot consisted of three pots. The treatments were composed of five nutrient solutions: S1 - Standard nutrient solution (SNS); S2 - SNS + NaCl (7.0 dS m^{-1}); S3 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra); S4 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + (100% extra) and S5 - S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + (150% extra). Physiological analyses (initial fluorescence, maximum fluorescence, variable fluorescence, maximum quantum efficiency of photosystem II, effective quantum efficiency of photosystem II, non-photochemical dissipation, photochemical dissipation, electron transport rate, net photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, internal carbon concentration, instantaneous water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency), growth analyses (height, stem diameter, number of leaves and leaf area), production analyses (marketable and total number of leaves, leaf length, leaf width and leaf fresh mass) and nutritional analyses (macronutrients) were performed. Salt stress increased most variables related to chlorophyll *a* fluorescence. Plants subjected to salt stress showed reductions in photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and instantaneous carboxylation efficiency. The use of saline water reduced plant growth and production. Extra addition of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ did not alter the response of the plants to salinity, with regard to growth and production. Addition of NaCl in the nutrient solution caused a reduction in the contents of N, P, K, Ca, Mg and S. From the results obtained in the present study, it is concluded that the extra supplementation with calcium did not reduce the effects of salinity on the growth, photosynthesis, production and nutrition of kale plants and that, under conditions where the use of saline water with 7.0 dS m^{-1} to prepare the nutrient solution is inevitable, extra dose of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ should not be used in kale cultivation.

Keywords: *Brassica oleracea* L.. Salinity. Nutrient solution. Mineral nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área do experimento. Mossoró-RN, 2021.....	24
Figura 2- Produção das mudas de couve-manteiga em bandeja. Mossoró-RN, 2019.....	26
Figura 3- Mudas na bandeja com 4 folhas completas (A) e mudas transplantadas para os vasos (B). Mossoró-RN, 2019.....	26
Figura 4- Sistema de irrigação do experimento. Mossoró-RN, 2019.....	27
Figura 5- Fluorômetro realizando as análises fisiológicas na planta Mossoró-RN, 2019.....	28
Figura 6- Medição do comprimento da planta (A), e do comprimento e largura do limbo foliar (B). Mossoró-RN, 2019.....	30
Figura 7- Separação das folhas comerciais ou não comerciais (A), Peso da massa fresca dos discos (B). Mossoró-RN, 2019.....	31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Quantidades de fertilizantes e NaCl utilizados no preparo das soluções nutritivas 25
- Tabela 2-** Resumo da análise de variância da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio 36
- Tabela 3-** Valores médios para máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M), relação F_V/F_0 e relação F_0/F_M em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio 38
- Tabela 4-** Resumo da análise de variância para as variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y), dissipação fotoquímica não controlada (YNO), dissipação não fotoquímica (YNPQ) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio 40
- Tabela 5-** Resumo da análise de variância para as variáveis fluorescência inicial antes do pulso de saturação (FS), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (FMS), Fluorescência inicial (FO'), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e coeficiente de extinção fotoquímica (Q_L) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 42
- Tabela 6-** Resumo da análise de variância e valores médios para fotossíntese líquida (A), condutância estomática (G_s), transpiração (E) e concentração interna de carbono (C_i) em couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 43
- Tabela 7-** Resumo da análise de variância e valores médios para eficiência instantânea do uso de água (E_iU_a), eficiência instantânea da carboxilação (E_iC_i) e temperatura foliar (TL) em couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 45
- Tabela 8-** Resumo da análise de variância e valores médios para à altura de plantas (cm) da couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 47
- Tabela 9-** Resumo da análise de variância e valores médios para diâmetro de caule (mm) da couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 48
- Tabela 10-** Resumo da análise de variância e valores médios para número de folhas comerciais de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio 49
- Tabela 11-** Resumo da análise de variância e valores médios para número total de folhas de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio..... 50

Tabela 12- Resumo da análise de variância e valores médios para o comprimento e largura (cm) de folhas de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio.....	52
Tabela 13- Resumo da análise de variância e valores médios para área foliar de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio.....	53
Tabela 14- Resumo da análise de variância e valores médios para área foliar específica (cm ² g ⁻¹ de MSF) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio.....	54
Tabela 15- Resumo da análise de variância e valores médios para massa fresca total (g planta ⁻¹) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	55
Tabela 16- Resumo da análise de variância e valores médios da suculência foliar (mg H ₂ O cm ² de folha) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio.....	56
Tabela 17- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de nitrogênio (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	57
Tabela 18- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de fósforo (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	59
Tabela 19- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de potássio (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	60
Tabela 20- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de cálcio (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	61
Tabela 21- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de magnésio (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	63
Tabela 22- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de enxofre (g kg ⁻¹) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Couve Folha (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>).....	15
2.2 Efeito da salinidade nas plantas	16
2.3 Efeito da salinidade na couve-folha.....	17
2.4 Alterações fisiológicas provocadas pela salinidade.....	19
2.5 Interação entre estresse salino e cálcio	20
2.6 Cultivo Hidropônico	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Descrição do Local	24
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	24
3.3 Instalação e condução do experimento	25
3.3.1 Semeadura, transplântio e disposição das unidades amostrais.....	25
3.3.2 Manejo da irrigação.....	26
3.4 Características analisadas	28
3.4.1 Análises fisiológicas	28
3.4.1.1 Fluorescência da clorofila <i>a</i>	28
3.4.1.2 Trocas gasosas.....	29
3.4.2 Crescimento	30
3.4.3 Colheitas	31
3.4.4 Nutrição mineral	33
3.5 Análises estatísticas	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Avaliações Fisiológicas	36
4.2 Crescimento	47
4.3 Produção	55
4.4 Nutrição Mineral.....	57
5. CONCLUSÕES	65
6. REFERÊNCIAS	66

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de hortaliças no Brasil produziu em 2014 cerca de 18,78 milhões de toneladas (FAO, 2015), possuindo 145.777 estabelecimentos, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017). Entre as hortaliças, uma que está em crescente desenvolvimento é a couve folha (*Brassica oleracea L. var. acephala*) da família Brassicaceae. Comparada com outras hortaliças folhosas, a couve manteiga se destaca por seu maior conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, vitamina A, niacina e vitamina C (Novo et al., 2010).

Na região Nordeste do Brasil, os estados de maior produção de couve são Alagoas (11.885 toneladas), Bahia (3.948 toneladas) e Pernambuco (1.547 toneladas). Em termos monetários, isso significa mais de 17 milhões de reais para os produtores desta região (EMBRAPA, 2012), gerando renda de forma direta e indireta, além de fixar o homem no campo.

Nessa região, as principais fontes de água para irrigação são os reservatórios superficiais e poços. A água adquirida dessas fontes pode apresentar elevadas concentrações de sais dissolvidos (Medeiros et al., 2003; Oliveira et al., 2014). O efeito da salinidade sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que contém regiões áridas e semiáridas. No Brasil, uma maior estima em relação a esse assunto é dada ao sertão nordestino, onde a evapotranspiração supera a precipitação o que impossibilita a percolação da água através do perfil e, conseqüentemente, a lixiviação dos sais do solo (Freire & Freire, 2007).

Assim, a utilização de águas salinizadas pode comprometer a produção da couve. Vários processos fisiológicos podem ser alterados devido a salinidade como a assimilação de CO₂, síntese de proteínas, entre outros, o que compromete negativamente a capacidade produtiva das plantas (Bezerra et al., 2005). Além disso, o excesso de sais pode contribuir com a inibição da absorção de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas como Ca, K, Mg e P (Viana, 2017).

O cálcio é um dos nutrientes mais importantes para as plantas, pois desempenha funções estruturais, fazendo parte da parede celular, além de controlar o movimento de água no interior das células e ser fundamental para a qualidade dos produtos colhidos (Santos et al., 2018; Oliveira, 2020). No entanto, o cálcio também é um dos nutrientes essenciais cuja absorção é mais afetada pela salinidade, visto que o excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ desempenham ação antagônica à absorção de Ca²⁺, pois competem pelo mesmo sitio de absorção (Santos et al., 2018). Por isso, muitos estudos mostram que a nutrição cálcica vem sendo utilizada como estratégia para mitigar os efeitos

adversos do uso de águas salinas na produção de hortaliças (Oliveira et al., 2018b; Santos et al., 2018; Oliveira, 2020; Karagöz & Dursun, 2021).

Diante das limitações de utilização das águas salinizadas apresentadas, se faz necessário a utilização de práticas que contribuam de maneira eficiente na produção da couve-folha, uma opção é o cultivo em sistema hidropônico, que se caracteriza pelo cultivo sem solo.

A tolerância das culturas à salinidade deve ser maior em sistemas hidropônicos do que em sistemas convencionais de cultivo. Essa possibilidade pode contribuir para promover uma nova perspectiva à agricultura do semiárido brasileiro, colaborando, inclusive, para uma maior segurança ambiental (Soares et al., 2007). Uma vez que o cultivo hidropônico é uma alternativa quanto não se dispõe de solo cultivável e, pode contribuir para a redução dos efeitos deletérios da salinidade, além de proporcionar uma melhor eficiência no uso da água pelas plantas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adição extra de nitrato de cálcio em solução nutritiva para atenuar o estresse salino na cultura da couve manteiga em sistema semi-hidropônico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Couve Folha (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*)

A couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) é a brassica que mais se assemelha a ancestral couve silvestre. Pertence à família Brassicaceae, mesma família do couve-flor, couve-rábano, repolho, brócolis, agrião, rúcula e nabo (Viana, 2017). Apresenta caule ereto que suporta bem a planta. Como o nome científico indica, não forma cabeça, distribuindo-se as folhas em forma de roseta, ao redor do caule. As folhas apresentam limbos bem desenvolvidos, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas (Filgueira, 2013).

A partir de 1908 chegavam ao Brasil os imigrantes japoneses que contribuíram com a incorporação do hábito de consumo de hortaliças pelos brasileiros. Trabalharam nas grandes fazendas de café e após isso se instalaram em pequenas propriedades ao redor da cidade de São Paulo, formando o cinturão verde. Produziram hortícolas já conhecidas no país e outras que eles mesmos trouxeram com técnicas modernas, como a couve-chinesa, a couve-rábano, o espinafre, a bardana, o rabanete, o repolho, a mostarda, o broto de bambu e o broto de feijão (Bevilacqua et al., 2008). Uma das hortaliças mais populares no Centro-Sul do Brasil, a couve-folha é produzida em pequenas áreas do cinturão verde e em hortas domésticas enriquecendo a alimentação diária da população (Filgueira, 2013).

O aumento da expectativa de vida acompanhado ao surgimento de doenças degenerativas são fatores que despertam a população para a busca por uma alimentação mais saudável. O consumo de alimentos de origem vegetal, com porções diárias de frutas e hortaliças, torna-se imprescindível para a boa saúde (Brasil, 2008). O mercado de hortaliças está em crescente expansão destacando-se, dentre elas, a couve-folha que se caracteriza por ser uma hortaliça arbustiva anual ou bienal. O consumo no Brasil é crescente devido as variedades de utilização na culinária e por suas propriedades nutricionais. A couve folha, quando comparada a outras hortaliças folhosas, apresentam características em destaque, tais como, maior conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C (Trani et al., 2015).

De acordo com o Censo agropecuário do IBGE (2017), no ano de 2017 foram produzidas no Brasil 152.375 toneladas de couve. O Nordeste produziu aproximadamente 12.428 toneladas, ficando atrás apenas das regiões Sudeste e Sul, que produziram 105.038 e 15.117 toneladas, respectivamente.

2.2 Efeito da salinidade nas plantas

As áreas potencialmente agricultáveis no mundo vêm sendo afetadas pelas atividades humanas, sendo a salinização do solo um dos problemas mais relevantes, sobretudo em regiões áridas e semiáridas. Nessas regiões, as baixas precipitações pluviométricas associadas a elevadas evapotranspirações, têm restringido à possibilidade de lavagem dos sais do solo, os quais se misturam às águas de irrigação das lavouras. De acordo com estimativas feitas pela FAO (2015), a salinidade já afeta cerca de 412 milhões de hectares, enquanto outros 618 milhões apresentam problemas de sodicidade.

As áreas agricultáveis chegam a 20% e 33% das áreas agrícolas irrigadas são afetadas pela salinidade. As áreas com problemas relacionados a salinidade estão aumentando a uma taxa de 10% ao ano. A estimativa é que mais de 50% das terras agricultáveis apresentem problemas de salinidade até o ano de 2050 (Jamil et al., 2011).

Uma das práticas que mais contribuem para a salinização das áreas é a irrigação, pois apesar de promover aumento na produtividade das culturas, pelo fornecimento adequado de água e minimização dos impactos gerados pelos longos períodos de estresse hídrico, também pode aportar sais aos solos. As irrigações frequentes e com água de baixa qualidade levam ao acúmulo de sais na água de irrigação e no solo, o que reduz a água disponível para a cultura e causa estresse hídrico (Viana, 2017).

A salinidade do solo está entre os principais estresses ambientais que afetam a agricultura global, a toxicidade de íons, déficit hídrico, desequilíbrio nutricional, a alta concentração de sais na zona das raízes impede severamente o crescimento e o desenvolvimento normais das plantas, resultando em menor produtividade ou falha na colheita (Jamil et al., 2011).

Munns (2005) descreve que o excesso de sais presentes na solução do solo inibe o crescimento das plantas por duas razões. Primeiro, reduz a capacidade da planta de absorver água, e isso leva a um crescimento mais lento, resultando no efeito osmótico ou de déficit hídrico da salinidade. Segundo, pode entrar na corrente de transpiração e, eventualmente, causar injúrias nas células das folhas transpirantes, reduzindo ainda mais o crescimento. Esse é o efeito específico da salinidade ou excesso de íons da salinidade.

A salinidade contínua é um fator determinante na redução da produção de culturas e de lucros em muitas regiões áridas e semiáridas, apesar das técnicas avançadas de gestão desenvolvidas nas últimas décadas (Edelstein et al., 2011).

Uma estratégia adequada é a que visa atingir uma agricultura baseada no uso racional da água e no aproveitamento de fontes alternativas de recursos hídricos (Soares et al., 2007). Viana (2017) destaca que o aproveitamento de recursos considerados rejeitáveis, se mostra uma alternativa para alavancar esse desenvolvimento. Como exemplo as águas salinas que são abundantemente encontradas em poços perfurados no semiárido.

As águas salobras provenientes de fontes subterrâneas podem ser uma opção para suprir a deficiência do recurso hídrico para irrigação na região semiárida apesar de apresentar dificuldades operacionais. Essas águas podem apresentar elevadas concentrações de sais e podem gerar riscos ambientais e econômicos quanto à produção das culturas (Viana, 2017).

Em estudos realizados no cultivo de hortaliças sob estresse salino verificou-se redução na produção ocasionado por desequilíbrio nutricional, especialmente pelo acúmulo de sódio no tecido foliar, o que gera redução na absorção de potássio, cálcio, magnésio e nitrogênio (Paulus et al., 2012).

A salinidade provoca na planta a absorção de água junto com sais, o que ocasiona a toxidez pelo excesso dos sais absorvidos, causando assim o desbalanço no citoplasma. Os danos derivados são representados principalmente nas regiões onde ocorre o acúmulo dos sais absorvidos, que são localizadas nas bordas e nos ápices das folhas (Lima, 1997). Estes fatores favorecem o desequilíbrio nutricional e, dentre os nutrientes, o cálcio é evidenciado devido a ligação com a fotossíntese, aumento do volume e divisão celular, movimentos citoplasmáticos, funções do citoesqueleto e estabilização da membrana plasmática (Hepler, 2005).

Sendo assim, o potencial produtivo das plantas pode ser afetado por desordens nutricionais, induzidas pelo estresse salino (Fernandes et al., 2002). De acordo com estudos realizados é possível confirmar que o estresse salino provoca a redução do desenvolvimento vegetal em função dos desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes (Ferreira et al., 2001; Cavalcante et al., 2010), essas mudanças acabam levando a perdas econômicas na produção agrícola.

2.3 Efeito da salinidade na couve-folha

A cultura da couve folha é classificada como moderadamente sensível a salinidade (Maas & Hoffman, 1977), apresentando limiar de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ (Ayers & Westcot, 1999). Soares Silva et al. (2016) citando Maas (1986) também mostram que a salinidade limiar de outras espécies do gênero *Brassica* como a *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. (repolho) é $1,8 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, está

classificação é referente à salinidade do extrato de saturação do solo, o que não pode ser atribuído para outros meios de cultivo. Em sistema hidropônico do tipo NFT, Ferreira et al. (2017) encontraram salinidade limiar para a couve de 2,3 dS m⁻¹.

Pesquisas sistemáticas sobre mecanismos de tolerância à salinidade e ao estresse hídrico em plantas e culturas tolerantes, são fundamentais para a segurança alimentar futura (Linić et al., 2019). É possível identificar estudos que confirmam o potencial de tolerância a salinidade na couve crespa (Salachna et al., 2017), couve chinesa (Pavlovic et al, 2019) e utilização de couve ornamental recomendado para fitorremediação de solos salinos (Haghighi et al, 2016).

Rezende (2010) sinaliza que as folhas podem ser prejudicadas em relação a sua aparência devido ao uso de águas salinas. Em um estudo sobre a tolerância à salinidade de espécies de brassicas, Jamil et al. (2005) verificaram que, para a couve-folha, a salinidade reduziu o número de folhas por planta, a área foliar, massa fresca da parte aérea e massa fresca das raízes.

Estudando o cultivo de couve chinesa e agrião utilizando águas subterrâneas salobras com diferentes composições de sais, Lira et al. (2019) revelaram que em ambas as culturas, a elevada salinidade dessas águas resultou em reduções nas variáveis de produção, como massa fresca e seca da parte aérea, número de folhas e área foliar. Para os autores, esses resultados mostram que a couve e o agrião são bastante sensíveis a salinidade.

Lira et al. (2015) em estudo com couve chinesa e águas salobras em hidroponia, afirmam que, mesmo havendo reduções nos parâmetros de crescimento e produção nos níveis salinos mais elevados, o cultivo de couve aplicando águas salinas em sistema NFT ainda é possível, podendo essas perdas serem recompensadas aumentando a população de plantas. Ainda no mesmo estudo, verificou-se que os teores de nitrogênio e o potássio apresentaram comportamento quadrático ao aumento da salinidade. Para os autores, o baixo teor de nitrogênio nas folhas pode ser reflexo da alta concentração de sais no meio que pode afetar negativamente a absorção de nitrato pelas plantas. Os teores de cálcio e magnésio reduziram linearmente com o aumento dos níveis salinos, enquanto os teores de sódio e cloro aumentaram de forma quadrática, demonstrando o comportamento antagônico entre esses nutrientes (Lira et al., 2015).

Viana (2017) por sua vez, utilizando águas salobras no cultivo de couve hidropônica não identificou efeito significativo da água sobre as funções das características sensoriais da couve-folha hidropônica. Porém, esses autores verificaram que a utilização de águas salobras também causou uma maior concentração foliar de Na e Cl, o que influenciou uma menor concentração de

elementos essenciais como o Ca, Mg e P, em contrapartida o K o N e os micronutrientes não foram influenciados pela salinidade.

2.4 Alterações fisiológicas provocadas pela salinidade

O estresse salino afeta potencialmente todos os aspectos da fisiologia e metabolismo das plantas (Zhu, 2002). Para sobreviverem ao estresse salino, as plantas utilizam vários mecanismos bioquímicos e fisiológicos. As rotas bioquímicas que aumentam a tolerância à salinidade, provavelmente agem adicionalmente e sinergicamente (Iyengar & Reddy, 1996). Tais mecanismos incluem o acúmulo seletivo ou a exclusão de íons, o controle na absorção dos íons e seu transporte para as folhas, a compartimentalização dos íons nas células ou na planta como um todo, síntese de solutos compatíveis, mudanças na rota fotossintética, alteração na estrutura das membranas, indução de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais (Parida & Das, 2005).

O acúmulo excessivo de sais pode levar à morte dos tecidos, órgãos e mesmo da planta inteira. Isso normalmente acontece devido aos distúrbios provocados pelos efeitos dos íons Na^+ e Cl^- acumulados nas células, os quais afetam vários processos metabólicos (Munns, 2002). As alterações no metabolismo induzidas pela salinidade são resultado de várias respostas fisiológicas da planta, dentre as quais se destacam as modificações no crescimento, comportamento estomático e capacidade fotossintética (Garcia et al., 2010).

Enquanto ocorre o processo fotossintético, parte da energia luminosa captada pelos pigmentos dos cloroplastos das folhas é emitida como fluorescência que, em plantas estressadas, apresentam mudanças na emissão, que podem ser quantificadas nas folhas (Glynn et al., 2003; Baker & Rosenqvist, 2004).

Sendo assim, as análises de fluorescência da clorofila estão sendo bastante utilizadas na avaliação de diversas formas de estresses sobre as plantas, como estresse hídrico, calor, poluição (West, 1986) sobretudo, em relação a salinidade, que diminui a realização da fotossíntese e o transporte de elétrons (Zanandrea et al., 2006).

As principais variáveis observadas da fluorescência da clorofila “a” são: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M), fluorescência variável (FV), máximo rendimento quântico do FSII (F_V/F_M), dissipação fotoquímica não controlada [$Y(\text{NO})$], dissipação não fotoquímica [$Y(\text{NPQ})$], rendimento quântico efetivo do FSII [$Y(\text{II})$] e a taxa de transferência de elétrons (ETR) (Chaves, 2015).

Jamil et al. (2007) mostraram que não houve alterações no máximo rendimento quântico do FSII (F_v/F_M) nas folhas adaptadas ao escuro das plantas de repolho cultivadas sob estresse salino. Da mesma forma, nas folhas adaptadas a luz também não ocorreu efeito dos níveis salinos sobre o coeficiente de extinção fotoquímico (q_p), coeficiente de extinção não fotoquímico (q_n) e no estado fisiológico do aparelho fotossintético (F_0/F_M). Segundo os autores, o estresse salino empregado não foi suficiente para causar danos ao aparelho fotossintético das plantas de repolho e sugerem que os efeitos do sal sobre a eficiência fotoquímica das plantas estão relacionados com a intensidade da luz.

Ao estudar o desempenho fotoquímico de cultivares de manjeriço submetidas ao estresse salino, Santos et al. (2020) observaram que as respostas fotossintéticas podem variar entre cultivares da mesma espécie, sendo mais afetadas a partir do nível salino $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Segundo os autores, pode ocorrer uma diminuição da concentração de pigmentos fotossintéticos em plantas expostas a estresse salino, demonstrando que ela é mais sensível a salinidade, ocasionando reduções nos parâmetros de fluorescência.

2.5 Interação entre estresse salino e cálcio

A salinidade do ambiente radicular compromete o desenvolvimento da planta, reduzindo o potencial osmótico da solução, que está associado ao estresse hídrico causado pela dificuldade de absorver água do solo, acúmulo de íons tóxicos nos tecidos (Cl^- e Na^+) e desequilíbrio iônico, levando à redução da absorção de íons essenciais, como NO_3^- e Ca^{2+} (Soares et al., 2007; Paulus et al., 2012; Cova et al., 2016).

Segundo Tzortzakis (2009), uma alternativa para minimizar os efeitos da salinidade é o enriquecimento da zona radicular com nutrientes, o que aumenta a tolerância das plantas à salinidade, aliviando os danos causados por Na^+ e Cl^- . O aumento da concentração de cálcio no ambiente radicular tem sido indicado para reduzir os efeitos danosos da salinidade sobre o crescimento das plantas (Lacerda et al., 2004).

O cálcio é um nutriente de importância no auxílio do desenvolvimento das plantas, está presente em diversos processos fisiológicos e de biossíntese. É essencial para a divisão celular, além de atuar na regulação do movimento de água nas células, é um destaque importante na ativação enzimática (Carvalho et al., 2004; Albino-Garduño et al., 2008).

O papel do Ca^{2+} na adaptação do vegetal ao estresse salino é complexo e não é bem definido (Marques, 2009). O Ca^{2+} diminui o estresse salino por meio de função desconhecida que preserva

a seletividade K^+/Na^+ e inibe sítios de absorção de K^+ , o que pode reduzir o influxo de Na^+ mediado pelo componente de baixa afinidade de absorção de K^+ . O cálcio é usualmente mantido no citoplasma a $100-200 \text{ mol m}^{-3}$, por transporte ativo o NaCl promove um rápido aumento na sua concentração no citoplasma que, provavelmente, atua como um sinal de estresse geral (Melloni et al., 2000).

Neves et al. (2005) destacaram que a translocação do Ca^{2+} não apresenta resultados significativos, que se constitui de ponto importante, pois altas concentrações de Na^+ no meio celular promovem danos à membrana da qual o Ca^{2+} faz parte.

Em estudo avaliando o cultivo de couve ornamental sob estresse salino e concentrações de nitrato de cálcio, Karagöz & Dursun (2021) constataram que a aplicação de cálcio melhorou todos os parâmetros de crescimento e fisiológicos. Para esses autores, o cálcio tem a capacidade de reduzir os efeitos deletérios da salinidade, uma vez que melhorou a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Marques et al. (2017) trabalhando a cultura da alface em fibra de coco, verificaram que a nutrição com cálcio inibiu o efeito do estresse salino sobre o número de folhas, diâmetro da copa, área foliar, massa fresca e massa seca.

Melloni et al. (2000) em sua pesquisa com aroeira identificou que as concentrações de Ca, K e Mg utilizadas não foram suficientes para impedir o efeito negativo do estresse osmótico provocado pelo NaCl no crescimento da planta. Já um estudo realizado com endívias cultivadas em sistema hidropônico, o enriquecimento de potássio e cálcio aliviou o estresse induzido pela salinidade (Tzortzakis, 2009). Oliveira et al. (2018b) demonstrou que soluções nutricionais enriquecidas com 50 e 100% de $Ca(NO_3)_2$ promoveram melhor desempenho das cultivares de alface Elba e Irene. Segundo Taiz et al. (2017), a disponibilidade de cálcio é fundamental para manutenção de teores adequados de íons em tecidos vegetais e para minimizar os efeitos da salinidade.

Ao estudar a aplicação de águas salobras com diferentes composições de sais, Lira et al. (2019) mostraram que para a cultura do agrião, a aplicação da água com maior teor de cálcio em relação as demais resultou em ganhos produtivos à cultura, apesar do nível salino elevado ($4,71 \text{ dS m}^{-1}$). Segundo os autores, o cálcio em níveis mais altos pode reduzir o efeito adverso do sódio em águas salobras. Lira et al. (2019) ao citarem LaHaye & Epstein (1969) relatam que o sódio desestabiliza as membranas celulares e um maior aporte de cálcio na zona radicular reduz esse efeito, uma vez que o cálcio estabiliza as membranas.

A manutenção da integridade da membrana como efeito benéfico do cálcio também foi relatada por Oliveira et al. (2018a) trabalhando com eucalipto sob estresse salino. Segundo os autores, a concentração de clorofila e o percentual de potássio nas folhas foram maiores nas plantas que receberam nutrição cálcica em relação aos tratamentos sem cálcio.

2.6 Cultivo Hidropônico

Em decorrência das limitações que o uso das águas salinizadas apresenta, essa prática demanda de tecnologias que auxiliem no manejo adequado para que essa prática se desenvolva de maneira eficiente. Uma alternativa viável é o cultivo em sistema hidropônico, em que o cultivo de plantas é realizado sem a utilização de solo e os nutrientes essenciais ao desenvolvimento são fornecidos por uma solução nutritiva (Furlani et al., 1999). O sistema hidropônico se caracteriza por aprimorar a eficácia na produção de alimentos, proporcionando a regularidade na oferta de nutrientes que a planta necessita para se desenvolver.

O cultivo hidropônico apresenta diferentes técnicas, dentre elas estão a Nutrient Film Technique (NFT), deep film technique (DFT) em que as plantas podem ser cultivadas com as raízes suspensas no meio da água. Também existem os sistemas de aeroponia e o cultivo em substrato, no qual as plantas são fixadas em substrato ou meio de cultura isenta de matérias orgânicas, passíveis de biodecomposição e de sais minerais, como areia, vermiculita, cascalho e fibra de coco (Savazaki et al., 2018).

Dentre as diversas vantagens do cultivo hidropônico destacam-se; o controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas que favorecem as pesquisas de nutrição mineral; redução no ciclo da cultura e maior produtividade a partir do conhecimento das necessidades da cultura se torna possível fornecer de maneira precisa as melhores condições para seu desenvolvimento; produção fora de época devido o controle de alguns fatores, como fornecimento de água e nutrientes, luminosidade e temperatura (Bezerra Neto, 2016). Apresenta algumas limitações como o elevado custo de implantação, dependência de energia elétrica e fácil disseminação de patógenos (Faquin et al., 1999). Nesse cenário a hidroponia pode ser condizente à produção intensiva, baseada em pequenas áreas (Soares et al., 2007).

Com relação a estudos sobre a utilização de água salinizadas em sistema hidropônico, tem-se que os efeitos da salinidade são menos nocivos devido a inexistência do potencial matricial, o que possibilita a cultura uma maior tolerância a salinidade (Soares et al., 2007; Cova et al., 2016). Como exemplo, a pesquisa de Paulus et al. (2012), que não observaram sintomas de deficiência

nutricional em plantas de alface cultivadas em NFT sob estresse salino. Os autores atribuíram esse fato ao tipo de sistema, que propicia que a solução salina não entre em contato com as folhas, evitando injúrias e queimas foliares devido a elevada salinidade.

Tayebi-Meigooni et al. (2019) mostraram que o aumento da salinidade nas primeiras semanas de cultivo da couve chinesa em hidroponia reduziu todas as características morfológicas e físico-bioquímicas, incluindo a o máximo rendimento quântico do fotossistema II, indicando a ocorrência de fotoinibição.

Ao estudar diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva no cultivo de alface hidropônica, Elsing et al. (2019) verificaram que as CE's até $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ não exerceram efeitos negativos sobre nenhum dos parâmetros avaliados, entre eles número de folhas comerciais e massa fresca total da alface. Os autores justificam a ausência de efeito da salinidade ao uso do sistema hidropônico e as alterações morfofisiológicas realizadas pelas plantas quando em condições de estresse, como ajuste osmótico e o fechamento estomático.

Em outro estudo, Moraes et al. (2014) observaram que na medida em que aumentou-se a condutividade elétrica das soluções nutritivas preparadas com água de rejeito salino até $10,75 \text{ dS m}^{-1}$, reduziram-se linearmente o número de folhas, a área foliar, a massa fresca e seca da alface produzida em sistema hidropônico utilizando substrato. Para os autores, a redução no número de folhas e área foliar é um mecanismo de sobrevivência que as plantas possuem quando submetidas ao estresse salino, o que faz diminuir a área transpiratória e manter a água na planta. Além disso, diferentes respostas em relação a salinidade podem ser observadas em virtude de diferentes genótipos utilizados nos estudos de Elsing et al. (2019) e Moraes et al. (2014), bem como o clima das regiões e as condutividades elétricas empregadas.

De acordo com Paulus (2008), é cada vez mais comum o cultivo de plantas em sistemas hidropônicos, por isso, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos e técnicas agronômicas para melhor manejá-las (Mendes & Carvalho, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do Local

O experimento foi conduzido no período de 01 de junho a 22 de outubro de 2019 em ambiente protegido (telhado aluminada 50%), no campus Oeste (Figura 1) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte (5°12'48'' S e 37°18'44'' W, altitude de 37 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw^h (quente e seco), com precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm, temperatura de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995).



Figura 1- Localização da área do experimento. Mossoró-RN, 2021.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco soluções nutritivas, sendo a solução nutritiva padrão preparada utilizando água de menor salinidade e as demais utilizando água salinizada com NaCl (S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (C_{ea}= 7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Cada unidade experimental foi composta por três vasos com capacidade para 5 dm³ contendo uma planta, totalizando 60 plantas. As quantidades de fertilizantes para cada solução nutritiva são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Quantidades de fertilizantes, NaCl e condutividade elétrica das soluções nutritivas utilizadas no experimento

Fertilizantes	S1*	S2	S3	S4	S5
	-----g 1000L ⁻¹ -----				
Nitrato de cálcio	750	750	1.125	1.500	1.875
Nitrato de potássio	500	500	500	500	500
MAP	150	150	150	150	150
Sulfato de magnésio	400	400	400	400	400
NaCl	-	2.900	2.900	2.900	2.900
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	2,58	7,18	8,35	8,93	9,26

Furlani et al. (1999)

Os micronutrientes foram fornecidos utilizando um composto comercial (Rexolin® BRA Yara), contendo a seguinte composição: 11,6% de óxido de potássio (K₂O), 1,28% de enxofre (S), 0,86% de magnésio (Mg), 2,1% de boro (B), 2,66% de ferro (Fe), 0,36% de cobre (Cu), 2,48% de manganês (Mn), 0,036% de molibdênio (Mo), 3,38% de zinco (Zn). A dose aplicada foi conforme a indicação do fabricante (30 gramas do composto para 1.000 litros de água). Para o ajuste do pH da solução, entre 6,0 a 6,5, foi aplicado soluções 0,1 mol L⁻¹ de KOH ou HCl.

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva padrão (S1) foi proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA, cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características: pH= 8,30; CE= 0,50 dS m⁻¹; Ca²⁺= 3,10; Mg²⁺= 1,10; K⁺= 0,30; Na⁺= 2,30; Cl⁻= 1,80; HCO₃⁻= 3,00 e CO₃²⁻= 0,20 (mmol_c L⁻¹).

3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.1 Semeadura, transplântio e disposição das unidades amostrais

As mudas de couve-folha, cv. Manteiga, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido contendo 128 células, utilizando substrato de fibra de coco (Figura 2). Foram semeadas cinco sementes em cada célula, para posterior desbaste após a emergência, deixando-se uma plântula por célula. Após a semeadura foram realizadas duas irrigações diárias com água de abastecimento utilizando regador manual de crivo fino e após o desbaste até a transplântio as mudas foram fertirrigadas diariamente utilizando solução nutritiva recomendada o cultivo de folhosas em sistema hidropônico (Furlani et al., 1999) diluída em 50%.



Figura 2- Produção das mudas de couve-manteiga em bandeja. Mossoró-RN, 2019.

Quando as mudas atingiram quatro folhas definitivas (Figura 3A) foram transplantadas para vasos plásticos (Figura 3 B) com capacidade para 5 dm³, preenchidos com substrato preparado pela mistura de fibra de coco e areia fina lavada (2:1, em base de volume).

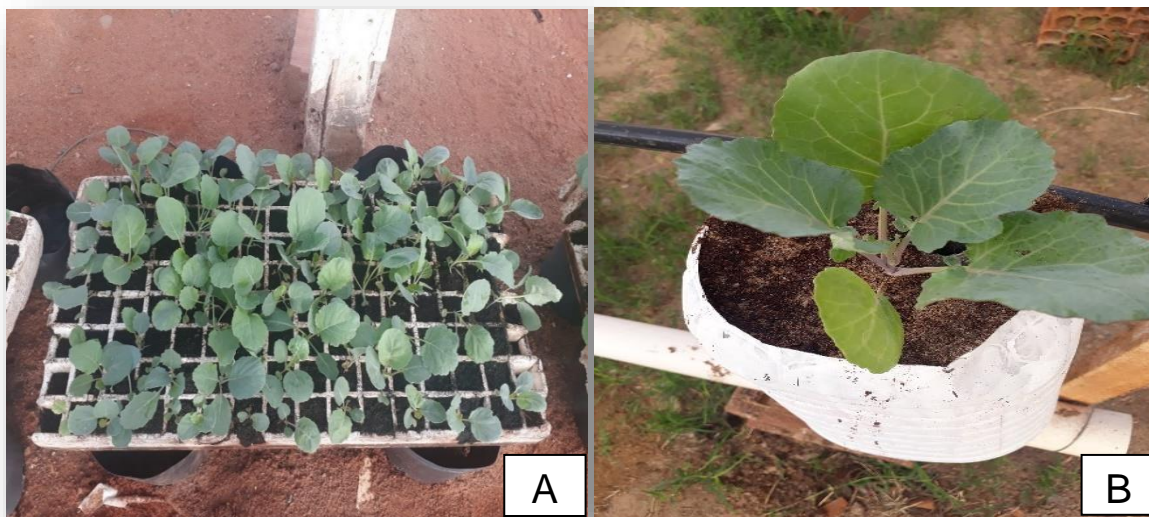


Figura 3- Mudas na bandeja com 4 folhas completas (A) e mudas transplantadas para os vasos (B). Mossoró-RN, 2019.

3.3.2 Manejo da irrigação

O sistema de cultivo utilizado foi o semi-hidropônico com irrigação do tipo gotejamento com recirculação da solução nutritiva (sistema fechado), em que a solução nutritiva drenada nos vasos retornava para o reservatório por gravidade. Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema

de irrigação independente, composto por um reservatório de PCV (210 L), linhas laterais de mangueiras flexíveis (16 mm) e emissores do tipo microtubos (espaguetes) com 10 cm de comprimento, com vazão média de 3,5 L h⁻¹.



Figura 4- Sistema de irrigação do experimento. Mossoró-RN, 2019.

O controle das irrigações foi feito utilizando um temporizador digital (Timer) ajustando a duração de cada evento ao longo do ciclo da cultura. Inicialmente o timer foi programado para cinco eventos diários com duração de 1 minuto cada até 20 DAT. Após esse período foi programado para seis eventos diários com duração de 2 minutos cada até 40 DAT. A partir deste período o timer foi reprogramado para seis eventos diários com duração de 3 minutos cada até o final do experimento. Dessa forma possibilitando a drenagem da solução nutritiva em todos os vasos.

As soluções nutritivas foram trocadas semanalmente ou de acordo com a necessidade de consumo das plantas. O controle fitossanitário de pragas e doenças realizou-se através de monitoramento, fazendo aplicações de defensivos quando necessário, aplicando produtos recomendados para folhosas.

3.4 Características analisadas

3.4.1 Análises fisiológicas

3.4.1.1 Fluorescência da clorofila *a*

Aos 47 DAT, foram realizadas as análises fisiológicas referentes a fluorescência da clorofila *a*, utilizando um fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science (Figura 5).



Figura 5- Fluorômetro realizando as análises fisiológicas na planta Mossoró-RN, 2019.

A avaliação fisiológica foi realizada quando as folhas estavam totalmente expandidas, no período da manhã, com início às 9:00h, em condições de pleno sol para que os estômatos estivessem abertos, analisando as seguintes variáveis:

- Fluorescência inicial (F_0);
- Fluorescência máxima (F_M);
- Fluorescência variável (F_V): determinada pela diferença entre a F_M e a F_0 , conforme a equação 1:

$$FV = FM - F0 \quad (1)$$

Onde:

F_V – fluorescência variável;

F_M – fluorescência máxima;

F_0 – fluorescência inicial.

- Máxima eficiência quântica do fotossistema II (FV/FM): obtida pela razão entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima.
- Eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Y);
- Dissipação não fotoquímica (YNPQ) e dissipação fotoquímica não controlada (YNO): calculadas, respectivamente, pelas equações 2, 3 e 4:

$$Y = \frac{Fm' - F}{Fm'} \quad (2)$$

$$YNPQ = \frac{F}{Fm'} - \frac{F}{FM} \quad (3)$$

$$YNO = \frac{F}{FM} \quad (4)$$

- Taxa de transporte de elétrons (ETR) foi obtida pela equação 5:

$$ETR = Y \times PAR \times 0,5 \times 0,84 \quad (5)$$

Onde:

ETR – taxa de transporte de elétrons;

Y – eficiência quântica efetiva do fotossistema II;

PAR – fluxo de fótons, ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

3.4.1.2 Trocas gasosas

A análise de trocas gasosas foi realizada com o auxílio de um Analisador de gás infravermelho, modelo “LCPro +” - ADC Bio Scientific Ltd. operando com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 μmol de fótons $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e vazão de ar de 200 mL min^{-1} no nível atmosférico de CO_2 , mensurando-se a concentração interna de CO_2 (C_i), transpiração (E), condutância estomática (Gs), fotossíntese líquida (A), eficiência instantânea do uso da água (EiUA) e a eficiência de carboxilação instantânea (EiCi), esses dois últimos, calculados pelas equações 6 e 7:

$$EiUA = \frac{A}{E} \quad (6)$$

$$EiCi = \frac{A}{Ci} \quad (7)$$

Onde:

A – Taxa de assimilação de CO₂;

E – Transpiração;

Ci – Concentração interna de CO₂;

3.4.2 Crescimento

Durante o experimento foram realizadas análises de crescimento de forma não destrutiva, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplântio (DAT), compreendendo as seguintes variáveis:

- Diâmetro de caule (DC): mediu-se com o auxílio de um paquímetro digital;
- Altura da Planta (AP): realizada com o auxílio de uma fita métrica graduada em cm, medindo-se a superfície do substrato até a ápice caulinar (Figura 6A);
- Número de folhas (NF): contabilizando-se todas as folhas maiores que 1,0 cm;
- Comprimento (C) e largura (L) do limbo foliar: mediu-se com uma fita métrica graduada em cm, considerando a maior folha da planta (Figura 6B).

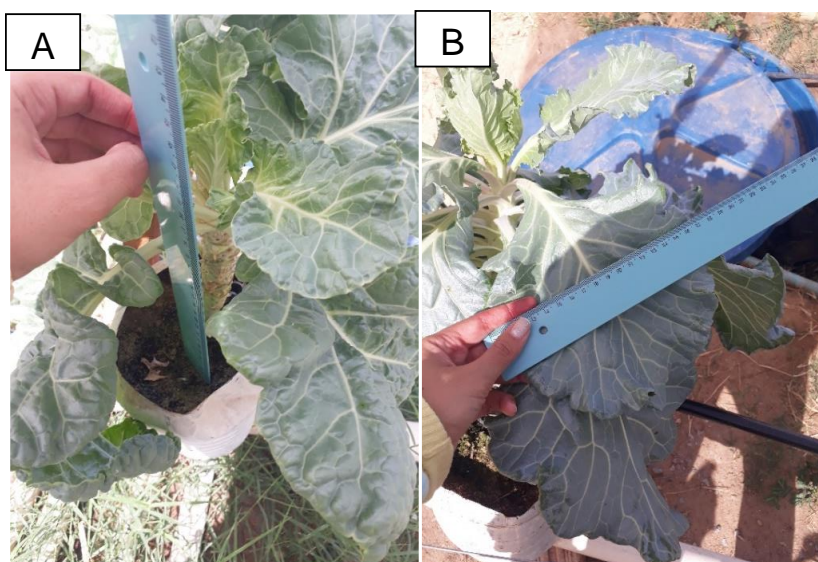


Figura 6- Medição do comprimento da planta (A), e do comprimento e largura do limbo foliar (B). Mossoró-RN, 2019.

Nas avaliações não destrutivas, a área foliar foi determinada através da medida de dimensões lineares, utilizando valores de comprimento e largura das folhas, conforme equação proposta por Marcolini et al. (2005), eq. 8.

$$AF = 0,82012 + 0,71913CL \quad (R^2 = 0,9894) \quad (8)$$

3.4.3 Colheitas

Ao longo do experimento foram realizadas seis colheitas a medida que as folhas atingiam comprimento do limbo foliar principal maior que 20 cm, deixando-se 5 folhas por planta (Trani et al., 2015).



Figura 7- Separação das folhas comerciais ou não comerciais (A), Peso da massa fresca dos discos (B). Mossoró-RN, 2019.

As folhas colhidas foram classificadas como comerciais ou não comerciais (folhas que apresentavam tamanho reduzido (menores que 20 cm de comprimento) ou algum sinal de ataque de pragas ou doenças), analisando-se as seguintes variáveis;

- Número de folhas comerciais (NFC) e número de folhas não comerciais (NFNC): com as folhas destacadas das plantas com pecíolo, procedeu-se a contagem da quantidade de folhas que cada planta produziu, expressando-se o resultado em unidades.

- Massa fresca de folhas (MFFOL): obtida com o peso total das folhas (comerciais e não comerciais), utilizando uma balança analítica (0,01g).
- Massa fresca de folhas comerciais (MFFC): obtida com a pesagem somente das folhas comerciais em balança analítica (0,01g).
- Massa seca de folhas (MSF): Todas as folhas (total e comercial) foram acondicionadas em sacos de papel, etiquetados e colocadas em estufa com circulação forçada de ar (65 °C) até alcançarem peso constante. Posteriormente a secagem, os materiais foram pesados individualmente em balança eletrônica para determinação da massa seca das folhas (MSF).
- Área foliar: foi determinada pelo método da coleta de discos foliares com o auxílio de um furador, retirando-se 10 discos foliares por planta. Para a sua determinação, utilizou-se a equação 9.

$$AF = \frac{(MSF \times AD)}{MSD} \quad (9)$$

Onde:

AF – área foliar, cm² planta⁻¹;

MSF – massa seca de folha, g planta⁻¹;

MSD – massa seca de disco, g;

AD – área de disco, cm².

- Área foliar específica (AFE): foi obtida pelo quociente entre a área foliar (AF) e a massa seca de folhas (MSF), conforme equação 10.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (10)$$

Onde:

AFE – área foliar específica, cm² g⁻¹ MSFOL;

AF – área foliar, cm² planta⁻¹;

MSF – massa seca de folhas, g planta⁻¹.

- Suculência foliar (SUCFOL): foi obtida pela razão entre a massa de água no tecido foliar e a área foliar, conforme equação 11.

$$\text{SUCFOL} = \frac{(\text{MFFOL} - \text{MSF})}{\text{AF}} \quad (11)$$

Onde:

SUCFOL – suculência foliar, mg de H₂O cm² de folha;

MFFOL – massa fresca de folhas, g planta⁻¹;

MSF – massa seca de folhas, g planta⁻¹;

AF – área foliar, cm² planta⁻¹.

Após 100 DAT, as plantas foram coletadas, de forma destrutiva, e adicionadas as seguintes variáveis nas análises:

- Comprimento da raiz (CR): determinado utilizando uma fita métrica (escala em centímetros), expressando-se os resultados em centímetro;
- Massa de matéria fresca do caule por planta (MFC), massa de matéria seca do caule por planta (MSC), massa de matéria seca das raízes por planta (MSR). O material foi acondicionado em sacos de papel identificados e postos para secar em estufa de circulação forçada com temperatura regulada para 65 °C (± 1 °C) até atingirem massa constante em balança com precisão de 0,01 g. Os resultados foram expressos em g planta⁻¹.

3.4.4 Nutrição mineral

Para a quantificação dos teores de macronutrientes, as amostras, após desidratadas, foram trituradas em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm). De cada amostra foram extraídas 0,5 g e realizada a digestão nitroperclórica conforme Malavolta et al. (1997). As leituras foram feitas em espectrofotômetro (Bel Photonics, modelo 1105) com comprimento de onda de 725 nm, no Laboratório de Pesquisa que pertencente ao Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAF) do Centro de Ciências Agrárias – CCA da UFERSA.

- Teor de nitrogênio (N)

Utilizou-se a digestão via úmida em sistema aberto usando bloco digestor como fonte de calor, pesando 0,4 g de cada parte da planta separadamente (folha, caule e fruto) e misturando cada uma com 4 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) + 2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) + 0,7 g de ‘mistura digestora’ (100 g de sulfato de sódio, 10 g de sulfato de cobre penta-hidratado e 1 g de selênio) em tubos de ensaio de 100 ml para digerir a matéria seca. Após 3 horas no bloco digestor à 350 ° C, retirou-se os tubos de ensaio até esfriar. Em seguida, adicionou-se 50 ml de água destilada em cada amostra e filtrou-se com o auxílio de papel filtro. Depois, as amostras foram levadas ao destilador de nitrogênio para realização da análise.

Para a análise de N, retirou-se uma alíquota de 10 mL de cada amostra digerida, colocou-se em tubo de ensaio, adicionando, com o auxílio de uma pipeta, 10 mL de hidróxido de sódio (10 M) acoplado o tubo ao destilador de nitrogênio. No mesmo instante, adicionou-se 5 ml de indicador ácido bórico em erlenmeyer de 125 ml colocando-o na outra extremidade do aparelho destilador. Procedeu-se então a destilação até atingir o volume de 35-40 mL que foi titulado com ácido sulfúrico diluído a 0,025 M, até atingir a coloração rosa, obtendo-se então a quantidade gasta de ácido.

- Teor de fósforo (P)

Utilizou-se o processo de digestão nítrica em sistema fechado por meio do forno micro-ondas como fonte de calor. Pesou-se 0,5 g de cada parte da planta separadamente (folha, caule e fruto) em tubos de 100 ml de teflon pressurizados e adicionou-se 5 ml ácido nítrico. Os tubos foram colocados no forno microondas Digestor MARSTTM à 180°C por 40 minutos. Após esse período, esperou-se esfriar as amostras e adicionou-se 25 ml de água destilada. Com as amostras prontas, determinou-se o fósforo utilizando o método da espectrofotometria com azul-de-molibdênio.

- Teor de potássio (K)

Com as mesmas amostras digeridas no ponto anterior, determinou-se o potássio pelo método da fotometria de emissão de chama. Para realização das leituras, foram pipetadas 1 mL amostra digerida no forno micro-ondas mais 19 mL de água destilada em copo descartável.

- Teor de cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

As leituras de cálcio e magnésio foram feitas por absorção atômica, conforme a metodologia proposta pelo manual de análises de solo, plantas e fertilizantes da Embrapa (Silva, 2009), em que adicionou-se em copo descartável 1,0 mL da amostra diluída 1:20 (1,0 mL da amostra digerida no forno micro-ondas + 19 mL de água destilada) com 4 mL de Lantânio.

3.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2014). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F, $p < 0,05$) e as variáveis que apresentarem respostas significativas foram analisadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações Fisiológicas

Analisando as variáveis fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V), conforme a análise de variância verificou-se que apenas a F_0 foi afetada pelas soluções nutritivas testadas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		F_0	F_M	F_V
Soluções nutritivas	4	1717,57*	7699,07 ^{ns}	10768,62 ^{ns}
Bloco	3	237,20 ^{ns}	14855,53 ^{ns}	11456,60 ^{ns}
Erro	12	474,40	10189,90	8708,22
CV		4,62	4,39	5,10

Soluções nutritivas	Teste de médias		
	F_0 (elétrons quantum ⁻¹)	F_M (elétrons quantum ⁻¹)	F_V (elétrons quantum ⁻¹)
S1	504,00 a	2259,75 a	1755,75 a
S2	459,25 ab	2305,50 a	1799,50 a
S3	461,23 ab	2260,75 a	1799,50 a
S4	453,00 b	2312,50 a	1859,50 a
S5	479,50 ab	2366,00 a	1886,50 a
DMS	49,10	227,59	210,39

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

Os maiores valores de fluorescência inicial (F_0) foram encontrados nas soluções nutritivas S1, S2, S3 e S5, não diferindo entre si. Por outro lado, o menor valor da F_0 foi observado nas plantas fertirrigadas com solução nutritiva salinizada e enriquecida com nitrato de cálcio em 100% (S4), apesar desta não diferir das demais soluções salinizadas (Tabela 2).

A ausência de efeito da salinidade sobre a F_0 também foi observada em estudo desenvolvido por Pavlović et al. (2019), os quais trabalhando com couve chinesa, repolho branco e couve folha, também não observaram efeito da salinidade sobre esta variável.

As alterações na fluorescência podem mostrar a ausência ou presença de comprometimentos no processo fotossintético (Campostrini, 2001). O valor F_0 representa a emissão de luz pelas moléculas de clorofilas a excitadas, antes da energia ser dissipada para o

centro de reação do fotossistema PSII (Mathis & Paillotin, 1981). Lucena et al. (2012) relata que a fluorescência inicial explica a fluorescência quando a quinona, receptora primária de elétrons (QA) do fotossistema II (PSII), está totalmente oxidada e o centro de reação (P680) está aberto, indicando ativação das reações fotoquímicas. Quando ocorre o aumento de F_0 pode estar relacionado a diminuição da capacidade de transferência da energia de excitação da antena para o centro de reação do PSII ou até mesmo causar danos a este centro de reação (Baker & Rosenqvist, 2004).

Dessa forma, esses resultados podem indicar que o nível salino utilizado no presente estudo, apesar de ter afetado o crescimento das plantas, não foi suficiente para alterar o processo fotossintético.

Não houve efeito da salinidade nem da adição extra de nitrato de cálcio em solução salinizada sobre as variáveis fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V), obtendo-se valores médios de 2300,9 e 1820,15 elétrons quantum⁻¹, para F_M e F_V , respectivamente (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os apresentados por Pavlović et al. (2019), os quais também não observaram alteração nessas variáveis em plantas de couve folha submetidas a concentração de 10 mM de NaCl (~ 10 dS m⁻¹). No entanto, esses autores verificaram respostas significativas em couve chinesa, indicando que a couve folha é mais tolerante a salinidade.

As variáveis máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M), relação fluorescência variável/fluorescência inicial (F_V/F_0) e relação fluorescência inicial/fluorescência máxima (F_0/F_M) apresentaram respostas significativas as soluções nutritivas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

A adição de NaCl na solução nutritiva (S2) provocou aumento de 3,9% na variável máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M) e de 15,5% na relação fluorescência variável/fluorescência inicial (F_V/F_0). Entretanto, resultou em redução de 13,6% na variável fluorescência inicial/fluorescência máxima (F_0/F_M) (Tabela 3).

A razão (F_V/F_M) indica a máxima eficiência na qual a luz é absorvida pelo PSII e que efetivamente será aproveitada em processos fotoquímicos, quando todos os centros de reação do PSII estão abertos (Baker & Rosenqvist, 2004). Neste contexto, os resultados obtidos para esta variável indicam que as plantas não sofreram estresse salino em níveis de alterar a eficiência na absorção de luz e o aproveitamento desta no processo bioquímico, tendo em vista que todas as soluções nutritivas proporcionaram razão (F_V/F_M) no intervalo considerado ótimo por Bolhàr-Nordenkamp et al. (1989), que é entre 0,75 e 0,85.

Tabela 3- Valores médios para máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M), relação F_V/F_0 e relação F_0/F_M em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		F_V/F_M	F_V/F_0	F_0/F_M
Soluções nutritivas	4	0.000462*	0.231497*	0.000448*
Bloco	3	0.000028 ^{ns}	0.013851 ^{ns}	0.000024 ^{ns}
Erro	12	0.000096	0.053030	0.000092
CV		1,23	5,92	4,69
Teste de médias				
Soluções nutritivas		F_V/F_M	F_V/F_0	F_0/F_M
S1		0,77 b	3,48 b	0,22 a
S2		0,80 a	4,02 a	0,19 b
S3		0,79 ab	3,90 ab	0,20 ab
S4		0,80 a	4,10 a	0,19 b
S5		0,79 ab	3,94 ab	0,20 ab
DMS		0,02	0,51	0,02

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

A relação F_V/F_M tem sido utilizada para detectar perturbações no sistema fotossintético causada pelo estresse salino, visto que sua diminuição indica um declínio na eficiência fotoquímica do PSII e um distúrbio ou danos no aparato fotossintético (Glynn et al., 2003). Porém, alguns estudos desenvolvidos com outras espécies também tem mostrado que não foi possível relacionar este parâmetro com a resposta das plantas à salinidade, a exemplo de pesquisas com manjeriço (Tarchoune et al., 2012; Santos et al., 2020) e tomate (Debouba et al., 2007).

A relação F_V/F_0 tem sido recomendada para detectar mudanças induzidas pelo estresse salino (Lichtenthaler et al., 2005). Sendo essa relação utilizada como indicador da eficiência máxima do processo fotoquímico no fotossistema II e da atividade fotossintética potencial, em que apresenta valores normais médios entre 4 e 6. Sendo assim, valores inferiores se tornam possíveis indicações de efeitos da salinidade sobre a eficiência máxima do processo fotoquímico (Zanandrea et al., 2006). No presente trabalho a maioria dos tratamentos apresentaram a razão F_V/F_0 inferior ou muito próximo de 4, indicando que as plantas tenham apresentado sinais de estresse salino. No entanto, este comportamento foi observado independentemente da adição de NaCl ou de nitrato de cálcio extra, não podendo assim utilizar esta variável como indicador de estresse salino, confirmando os dados apresentados por Santos et al. (2020).

Para a razão F_0/F_M foram apresentados valores acima de 0,19. De acordo com Roháček (2002) tais valores são caracterizados como padrão, pois a razão F_0/F_M indica a produção quântica basal do processo não-fotoquímico no PSII. Preconizando assim a utilização do aumento desta relação como indicativo de estresse, sugerindo valores normais, ou seja, valores indicados como padrão, entre 0,14 e 0,20.

Dessa maneira, não se torna possível assegurar que o aumento da razão F_0/F_M se deu em consequência do estresse salino, sendo que as plantas que receberam a solução padrão; sem adição de NaCl e Ca^{2+} apresentou valor superior a 0,20 ($S1 = 0,22$). De forma geral, verificou-se que as variáveis F_v/F_M , F_v/F_0 e F_0/F_M não foram bons índices para indicativo do estresse salino em couve folha.

As variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y) e dissipação fotoquímica não controlada (YNO) não apresentaram respostas significativas aos tratamentos aplicados ($p > 0,05$). No entanto as soluções nutritivas afetaram as variáveis dissipação não fotoquímica (YNPQ) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em níveis de 5% e 1%, respectivamente (Tabela 4).

A adição de NaCl na solução nutritiva, bem como a adição extra de nitrato de cálcio em solução salinizada não afetou as variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y) e dissipação fotoquímica não controlada (YNO), obtendo-se valores médios de 0,64 e 0,032 ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente (Tabela 4).

A eficiência quântica efetiva (Y), informa a quantidade de elétrons transportados, sendo um indicativo da fotossíntese. Dessa forma, se caracteriza como um indicativo da fração de energia absorvida pela clorofila associada ao PS2 que foi utilizada em atividade fotoquímica (Lichtenthaler et al., 2005). Com isto, esta variável tem sido utilizada como indicativo da redução da atividade fotossintética em plantas afetadas pelo estresse salino (Azevedo Neto et al, 2011). No entanto alguns autores tem verificado que a alteração desta variável em função do estresse salino pode variar conforme o material genético utilizado (Santos et al., 2020).

Na variável YNPQ o menor valor encontrado ocorreu na solução padrão (S1) e os maiores valores na solução S4, não diferenciando das soluções nutritivas S2, S3 e S5. A adição de NaCl na solução nutritiva (S4) provocou aumento de 25,92% com relação a solução padrão (S1). Uma elevada dissipação não fotoquímica indica alta capacidade fotoprotetora, pois representa a dissipação da energia na forma de calor através do mecanismo fotoprotetor regulador, o que evita danos provocados pelo excesso de fótons (Sacramento et al., 2018). A dissipação de energia via

YNPQ está diretamente associada à dissipação de energia na forma de calor, pelo ciclo das xantofilas (Demmig-Adams & Adams, 1996).

Tabela 4- Resumo da análise de variância para as variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y), dissipação fotoquímica não controlada (YNO), dissipação não fotoquímica (YNPQ) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Y	YNO	YNPQ	ETR
Soluções nutritivas	4	0.001635 ^{ns}	0.000033 ^{ns}	0.003921*	4917.44**
Bloco	3	0.001908 ^{ns}	0.000016 ^{ns}	0.001162*	2045.66*
Erro	12	0.002049	0.000046	0.001046	367.041
CV		7,05	20,66	10,24	13,20

Soluções nutritivas	Teste de médias			
	Y ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	YNO ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	YNPQ ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	ETR ($\mu\text{mol e}^{-} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
S1	0,67 a	0,032 a	0,27 b	92,67 c
S2	0,64 a	0,031 a	0,31 ab	129,52 bc
S3	0,63 a	0,035 a	0,32 ab	161,77 ab
S4	0,61 a	0,035 a	0,34 a	183,40 a
S5	0,64 a	0,028 a	0,32 ab	158,57 ab
DMS	0,10	0,15	0,72	43,19

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

O aumento nos valores de YNPQ nas plantas submetidas a estresse salino podem indicar que a eficiência de utilização da energia luminosa e sua conversão em energia química foi maior, quando comparadas com o tratamento sem salinidade, aumentando a eficiência da atividade fotossintética. Tais resultados se assemelham aos encontrados por Tatagiba et al. (2014) e Azevedo (2009) que verificaram aumento nos valores de YNPQ em plantas de tomateiro submetidos ao estresse salino.

Com relação a taxa de transporte de elétrons (ETR) o menor valor ocorreu na solução padrão (S1), os valores aumentaram com o uso das soluções nutritivas salinizadas S2, S3 e S5 mas não diferem entre si. O maior valor foi observado nas plantas fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecida com nitrato de cálcio em 100% (S4). Com isto, percebe-se que a ETR foi mais influenciada pela adição extra de nitrato de cálcio do que pela salinidade, uma vez que na ausência de NaCl os valores de ETR foram menores (Tabela 4).

A ETR é uma medida da separação de cargas do centro de reação do PSII (Araldi et al., 2011). Pode-se afirmar que a maioria dos estudos que analisam a ETR com o aumento da salinidade, encontram redução para esta variável (Tatagiba et al., 2014). A exemplo de estudos com tomate (Tatagiba et al., 2014), erva-sal (Oliveira et al., 2019). Ghannoum et al. (2003) afirmam que o decréscimo da ETR revela a inabilidade das cultivares, sob condições de elevada salinidade, em manterem o fluxo normal de transporte de elétrons dos cloroplastos. No entanto, os valores da variável ETR no presente estudo cresceram com o aumento dos níveis de salinidade (Tabela 4). Estes resultados corroboram com os de Santos et al. (2020) que em seu estudo com manjeriço, atribui o aumento da ETR ao aumento da taxa fotossintética, afim de minimizar os impactos da salinidade.

Outra possível explicação para essa elevação da ETR com o aumento da salinidade seria condições do ambiente, sendo que a capacidade fotossintética das plantas pode ser alterada por estresses bióticos ou abióticos pelos quais as plantas podem passar, como temperatura, radiação, deficiência hídrica, salinidade, presença de insetos ou fungos, entre outros (Bown et al., 2002; Oliveira et al., 2002). Desta forma, assim como observado por Santos et al. (2020) a ausência de efeito da salinidade sobre a ETR pode ter ocorrido devido ao sistema de cultivo utilizado, uma vez que o cultivo em substrato possibilita maior tolerância das plantas a salinidade.

As variáveis fluorescência inicial antes do pulso de saturação (FS) e fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (FMS), Fluorescência inicial (F_0') e coeficiente de extinção fotoquímica (Q_L) não apresentaram respostas significativas aos tratamentos aplicados ($p > 0,05$). A variável radiação fotossinteticamente ativa (PAR) apresentou resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 5).

Não houve efeito da salinidade nem da adição extra de nitrato de cálcio em solução salinizada sobre as variáveis F_s , F_{MS} , F_0' e Q_L , obtendo-se valores médios de 75,1; 216,25; 0,354 e 0,026 ($\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) elétrons quantum⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Apesar de não possuírem fatores significativos nas variáveis a acima, é possível descrever os resultados, já que há pouca informação na literatura.

Tabela 5- Resumo da análise de variância para as variáveis fluorescência inicial antes do pulso de saturação (FS), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (FMS), Fluorescência inicial (FO'), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e coeficiente de extinção fotoquímica (QL) em cultivares de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		FS	FMS	Fo'	PAR	QL
Soluções nutritivas	4	132,20 ^{ns}	1281,95 ^{ns}	0,231506 ^{ns}	65833,82 ^{**}	0,000100 ^{ns}
Bloco	3	46,60 ^{ns}	744,58 ^{ns}	0,144051 ^{ns}	44846,58 [*]	0,000011 ^{ns}
Erro	12	212,60	1037,91	0,139020	8788,79	0,000097
CV		19,42	14,90	11,10	20,66	31,64
Teste de médias						
Soluções nutritivas		FS	FMS	Fo'	PAR	QL
S1		72,75 a	241,50 a	3,33 a	322,25 bc	0,03 a
S2		72,75 a	210,00 a	3,29 a	305,75 c	0,03 a
S3		80,25 a	223,50 a	3,21 a	556,00 a	0,02 a
S4		81,75 a	213,50 a	3,17 a	556,50 a	0,02 a
S5		68,00 a	192,75 a	3,77 a	528,00 ab	0,03 a
DMS		32,87	72,63	0,84	211,36	0,02

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

O efeito do estresse salino sobre a eficiência fotoquímica do FS II tem sido extensivamente investigado, no entanto, os dados sobre os efeitos desse estresse sobre a fase fotoquímica ainda são bastante conflitantes (Lu et al., 2002). Assim como observado no presente estudo, outros autores não verificaram resposta significativa, como os estudos apresentados por Santos et al. (2020) com manjeriço.

Na variável PAR os menores valores foram observados nas soluções nutritivas S1, S2, e aumentou com o uso da água salina, sendo os maiores valores encontrados nas soluções S3, S4 e S5, demonstrando que esta variável é mais afetada pela adubação com nitrato de cálcio do que pelo estresse salino (Tabela 5).

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) apresenta ampla importância em estudos sobre taxa de crescimento vegetal, taxa fotossintética e condutância estomática por ser a radiação que excita as moléculas de clorofila das plantas, iniciando o fluxo de energia durante o processo de fotossíntese Frisina et al. (2000). A PAR compreende a faixa espectral da radiação solar de comprimento de onda de 0,4 à 0,7 µm (Monteith, 1972).

As variáveis fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (Gs) foram afetadas significativamente pelas soluções nutritivas ($p < 0,01$), bem como a transpiração (E), em nível de 5% de probabilidade. Já a variável concentração interna de carbono (Ci) não apresentou resposta significativa ($p > 0,05$) aos tratamentos aplicados (Tabela 6).

Tabela 6- Resumo da análise de variância e valores médios para fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e concentração interna de carbono (Ci) em couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		A	G _s	E	C _i
Soluções nutritivas	4	22,158042**	0,003533**	0,437955*	876,075000 ^{ns}
Bloco	3	2,076320 ^{ns}	0,001005 ^{ns}	0,109620 ^{ns}	2765,066667**
Erro	12	2,071483	0,000593	0,102678	450,275000
CV		15,80	16,96	14,39	8,06
Teste de médias					
Soluções nutritivas		A	G _s	E	C _i
S1		13,06 a	0,19 a	2,76 a	246,25 a
S2		8,00 b	0,14 ab	2,01 b	279,25 a
S3		8,75 b	0,11 b	1,95 b	246,25 a
S4		8,88 b	0,16 ab	2,32 ab	271,50 a
S5		6,85 b	0,12 b	2,02 b	271,00 a
DMS		3,24	0,05	0,72	47,84

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A fotossíntese líquida (A) foi afetada negativamente pela adição de NaCl na solução nutritiva (S2), ocorrendo redução de 38,74%, em relação ao valor obtido na solução nutritiva padrão (S1). Verifica-se ainda que a adição extra de Ca(NO₃)₂ em solução nutritiva salinizada não alterou a resposta das plantas à salinidade (Tabela 6).

Destaca-se que a inibição provocada pelo estresse salino se torna mais prejudicial quando resulta em menor expansão foliar, com reflexos negativos na taxa de fotossíntese líquida, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas em geral (Nunes et al., 2012; Gomes et al., 2011).

A condutância estomática (Gs) apresentou redução quando as plantas foram fertirrigadas com a solução nutritiva salinizada (S2), ocorrendo redução de 26,31%, em comparação com os valores observados na solução nutritiva padrão (S1). Entretanto, a adição extra de Ca(NO₃)₂ em 100% na solução nutritiva salinizada (S4) reduziu o efeito deletério da salinidade sobre a

condutância estomática. Por outro lado, a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 150% não favoreceu a condutância estomática (Tabela 6).

Essa redução também foi encontrada por outros autores em estudos desenvolvidos com couve crespa (Salachna et al., 2017), bem como em outras culturas de interesse agrônômico, como acerola (Dias et al., 2018) e feijão-caupi (Silva et al., 2013; Sousa et al., 2014).

A redução na Gs, em resposta ao estresse salino, pode ser explicada devido a fechamento estomático causado por efeitos osmóticos. Esse processo reduz a água ou potencial iônico devido ao efeito de íons específicos ou estresse nutricional, causado pela salinidade, como mecanismo de defesa da planta para minimizar as perdas de água pelas folhas e, conseqüentemente, a absorção de água e sais da solução do solo (Hussain et al., 2012).

Com relação a transpiração (E), verificou-se resposta semelhante à observada para a variável condutância estomática, sendo o maior valor encontrado na solução padrão (S1) e reduziu com o uso da água salinizada (S2), ocorrendo perdas de 27,17%. Além disso, foi observado que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 100% reduziu o efeito da salinidade sobre a transpiração. Já os menores valores se apresentaram nas soluções nutritivas (S2 e S3) com reduções de 37,31% e 29,34%, respectivamente.

A redução de transpiração em plantas sob estresse salino está relacionada ao fechamento dos estomáticos em resposta ao estresse osmótico causado pelo aumento na salinidade (Mastrogiannidou et al, 2016). Comportamento semelhante foi observado por outros autores em diferentes culturas, como feijão-caupi (Silva et al., 2009) e goiabeira (Sousa et al., 2014).

Não houve efeito da salinidade nem da adição extra de nitrato de cálcio em solução salinizada sobre a concentração interna de carbono (Ci) obtendo valor médio de $262,85 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tabela 6). Dessa forma, possivelmente, não houve limitação na disponibilidade de CO_2 para o processo fotossintético.

Os resultados do presente estudo corroboram com os resultados de pesquisas feitas com maracujazeiro (Silva et al., 2019) e cajueiro-anão (Esteves & Suzuki 2008) em que também não obtiveram efeito significativos para a variável concentração interna de carbono. No entanto, alguns autores relatam que, em geral, acontece o aumento de Ci em plantas submetidas ao estresse salino, que pode ser explicado devido aos estresses provocados pelo excesso de íons, diminuindo a assimilação de CO_2 , condutância estomática e transpiração das plantas (Gulzar et al, 2003), contudo aumenta a transpiração e concentração de carbono externo (Khavarinejad & Chaparzadeh, 1998).

As variáveis eficiência instantânea do uso de água (EiUa) e eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) apresentaram resposta significativa ($p < 0,01$) às soluções nutritivas. Por outro lado, não houve resposta significativa para a variável temperatura foliar (TL) (Tabela 7).

Tabela 7- Resumo da análise de variância e valores médios para eficiência instantânea do uso de água (EiUa), eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) e temperatura foliar (TL) em couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		EiUa	EiCi	TL
Soluções nutritivas	4	1,274902**	0,000461**	0,153250 ^{ns}
Bloco	3	1,002167**	0,000157 ^{ns}	3,084500**
Erro	12	0,062992	0,000045	0,216583
CV		6,16	18,84	1,46
		Teste de médias		
Soluções nutritivas		EiUa	EiCi	TL
S1		4,73 a	0,05 a	32,30 a
S2		3,98 bc	0,02 b	31,95 a
S3		4,48 ab	0,03 b	31,82 a
S4		3,87 c	0,03 b	31,82 a
S5		3,28 d	0,02 b	31,92 a
DMS		0,56	0,015	1,04

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A EiUa apresentou seu maior valor na solução padrão (S1) e diminuiu com a adição de NaCl na solução nutritiva (S2), ocorrendo perda de 15,86%, em comparação com os valores obtidos na solução S1. No entanto, verificou-se que a adição extra de Ca(NO₃)₂ em 50% foi eficiente para inibir o efeito da salinidade sobre a EiUA, fato este importante sob a perspectiva de economizar fertilizantes. Por outro lado, foi observado que o excesso de Ca(NO₃)₂ em 150% (S5), na solução nutritiva salinizada, aumentou o efeito do estresse salino, provocando redução de 30,65% na EiUA (Tabela 7).

A eficiência instantânea no uso de água (EiUA) se trata da relação entre a fotossíntese e a transpiração da planta, ou seja, essa variável relaciona a quantidade de carbono que a planta fixa, por cada unidade de água que perde (Ferraz et al., 2012). Alguns autores relatam sobre a estabilidade ou aumento dos valores para esta variável em plantas tolerantes ao estresse salino (Brito et al, 2016). No presente estudo ocorreu a redução dos valores de EiUA, resultados semelhantes são encontrados por Leite (2018) em seu estudo com tomate cereja.

A eficiência instantânea da carboxilação (EICi) também foi reduzida nas plantas submetidas à fertirrigação (S2). Além disso, verifica-se que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em solução nutritiva salinizada não alterou o efeito do estresse salino sobre a EICi.

A EICi é uma forma de se estudar os fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética (Konrad et al., 2005). Estudos com limoeiro (Barbosa et al, 2014), citrus (Silva et al, 2014) e feijão-caupi (Furtado et al.,2013) também apresentaram redução da EICi. Tal redução nesta variável pode ser explicada devido as diminuições, tanto na condutância estomática quanto da taxa de assimilação de CO_2 , em consequência do estresse salino, que pode ter estabilizado a atividade estomática (Silva et al, 2014).

Machado et al. (2005), citam que a EICi possui estreita relação com a concentração interna de CO_2 e com a taxa de assimilação de CO_2 . Nesse sentido, verifica-se que a redução da EICi se deu principalmente pela redução da fotossíntese líquida (A). De acordo com Konrad et al. (2005) a EICi relaciona-se a fatores não-estomáticos que estão interferindo na taxa fotossintética.

Esta variável sofreu efeitos discretos, resultado semelhante foi observado por Silva et al. (2018), que relataram poucas alterações na EICi em decorrência do estresse salino.

A temperatura foliar (TL) não apresentou resposta significativa, obtendo valor médio em 31,96. A maioria dos estudos encontrados apresentam o aumento dessa variável, tais como em estudos com pinhão manso (Sousa et al., 2012), limoeiro (Cruz et al., 2003) e alface (Viana et al., 2004).

Esse resultado pode ser um demonstrativo que não houve fechamento estomático nas plantas de couve em decorrência da salinidade, uma vez que o fechamento dos estômatos causaria um aumento da temperatura foliar ocasionada pela redução na transpiração. Já o aumento da temperatura foliar pode ser um forte indicativo de déficit hídrico no solo, uma vez que sinaliza o fechamento dos estômatos, uma tentativa da planta evitar maiores perdas de água por transpiração (Cairo, 1995; Steppuhn, 2001). As temperaturas consideradas moderadamente altas (35 a 42°C) podem causar danos diretos ao aparato fotossintético (Wise et al., 2004), por provocar mudanças na membrana do tilacóide e alterar as propriedades físico-químicas, e também a organização funcional dessas estruturas celulares (Berry & Björkman, 1980).

4.2 Crescimento

- Altura da planta

Em relação à altura das plantas (ALT), verificou-se que, com exceção da avaliação realizada aos 15 DAS que não apresentou resposta significativa, em todas as demais avaliações ocorreram efeitos significativos das soluções nutritivas sobre ($p < 0,01$) sobre esta variável (Tabela 8).

Tabela 8- Resumo da análise de variância e valores médios para à altura de plantas (cm) da couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	75 DAT
Soluções nutritivas	4	3,41 ^{ns}	59,78 ^{**}	40,22 ^{**}	97,84 ^{**}	102,4 ^{**}
Bloco	3	2,94 ^{ns}	5,07 ^{ns}	5,80 ^{ns}	6,24 ^{ns}	8,62 ^{ns}
Erro	12	3,48	9,82	3,71	5,08	3,17
CV		12,29	14,57	9,13	9,26	7,51
Teste de médias						
Soluções nutritivas		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	75 DAT
S1		15,16 a	28,24 a	26,41 a	32,55 a	32,66 a
S2		13,63 a	20,33 b	20,30 b	24,88 b	24,91 b
S3		16,00 a	20,58 b	20,01 b	20,33 b	20,54 b
S4		15,65 a	18,33 b	18,99 b	20,75 b	21,04 b
S5		15,47 a	20,08 b	20,79 b	23,24 b	23,66 b
DMS		4,20	7,06	4,34	5,08	4,91

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

As soluções nutritivas não afetaram a altura das plantas na primeira avaliação (15 DAT), obtendo-se altura média de 15,18 cm. Essa ausência de efeito da salinidade nesta avaliação deve-se ao curto período experimental, de forma que houve pouco acúmulo de sais no substrato. Nas demais avaliações, os maiores valores foram obtidos com a solução nutritiva padrão (S1), e o uso de água salinizada no preparo da solução nutritiva proporcionou redução na altura das plantas, independentemente da adição extra de Ca(NO₃)₂. Comparando-se as soluções S1 e S2, verificaram-se reduções de 28,01; 23,13; 23,56 e 23,73%, nas avaliações realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAT, respectivamente. Além disso, percebe-se que a adição extra de Ca(NO₃)₂ não reduziu o efeito do estresse salino sobre esta variável (Tabela 8).

A diminuição no crescimento de plantas sob estresse salino pode ser referente ao acúmulo de íons Na⁺ e Cl⁻ em diferentes tecidos vegetais (Jouyban, 2012; Abdelgawad et al., 2016). Para Munns & Tester (2008) a redução na altura das plantas em condições salinas pode estar relacionada

com uma diminuição da divisão e/ou expansão celular e crescimento da planta associados à baixa pressão de turgescência e à redução da capacidade de síntese de compostos orgânicos, devido à diminuição da taxa fotossintética, associando-se por isso aos efeitos osmóticos deste estresse. Karagoz et al. (2021) em seu estudo com couve ornamental identificaram que o estresse salino induzido por todas as doses de NaCl inibiu significativamente o diâmetro da copa das plantas de couve.

- Diâmetro do caule

O diâmetro do caule foi afetado pelas soluções nutritivas em todas as épocas de avaliação, com significância de 5% de probabilidade aos 15 DAT, e de 1% nas demais avaliações (Tabela 9).

O diâmetro de caule (DC) foi afetado pela adição de NaCl (S2) em todas as avaliações, ocorrendo reduções de 24,77; 22,12; 27,36; 28,76 e 22,53%, aos 15; 30; 45; 60 e 75 DAT, respectivamente. Além disso, verifica-se que a adição extra de nitrato de cálcio afetou a resposta da planta a salinidade provocada pelo NaCl apenas nas duas primeiras avaliações, amenizando efeito deletério do estresse salino sobre o diâmetro do caule (Tabela 9).

Tabela 9- Resumo da análise de variância e valores médios para diâmetro de caule (mm) da couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	75 DAT
Soluções nutritivas	4	3,90*	4,37**	15,94**	14,19**	10,38**
Bloco	3	1,95 ^{ns}	55,05**	3,04 ^{ns}	6,46**	1,93 ^{ns}
Erro	12	1,03	0,69	1,25	1,08	0,96
CV		12,41	8,05	9,06	7,94	6,75
		Teste de médias				
Soluções nutritivas						
	S1	9,89 a	12,07 a	15,68 a	16,27 a	17,13 a
	S2	7,44 b	9,40 b	11,39 b	11,59 b	13,27 b
	S3	7,80 ab	10,53 ab	12,66 b	12,47 b	14,33 b
	S4	7,95 ab	9,65 b	11,02 b	11,69 b	13,28 b
	S5	7,71 ab	10,23 ab	10,91 b	13,30 b	17,70 b
	DMS	2,28	1,88	2,52	2,35	2,21

ns; *; ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

Estes resultados corroboram, em parte, com os apresentados por Karagöz & Dursun (2021), os quais também não observaram efeito benéfico da adição extra de nitrato de cálcio em plantas couve ornamental submetidas ao estresse salino.

Outros autores também relatam redução do diâmetro do caule de couve em resposta ao estresse salino (Costa et al., 2020; Soares et al., 2020; Karagöz & Dursun, 2021; Viana et al., 2021). O efeito deletério do estresse salino pode resultar em redução no rendimento da couve, pois plantas com menor diâmetro do caule tende a apresentar menor sustentação para a planta, favorecendo sua flexão, além de reduzir o acúmulo de solutos produzidos na fotossíntese (Viana et al., 2021). A exemplo de Viana et al. (2021) resultados semelhantes encontrados são apresentados por Ferreira et al. (2017) no cultivo de couve-folha hidropônica produzida com águas salobras.

- Número de folhas

O número de folhas comerciais da couve-folha foi afetado pelas soluções nutritivas nas colheitas C2 ($p < 0,05$), bem como para as colheitas C3, C4, C6 e número total de folhas comerciais (NTFC) ($p < 0,01$). Não houve resposta significativa ($p > 0,05$) nas colheitas C2 e C5 (Tabela 10).

Tabela 10- Resumo da análise de variância e valores médios para número de folhas comerciais de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	NTFC
Soluções nutritivas	4	9,68 ^{ns}	5,54*	3,27**	12,72**	2,52 ^{ns}	1,34**	153,63**
Bloco	3	1,78 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,68*	3,30 ^{ns}	0,05 ^{ns}	23,43 ^{ns}
Erro	12	1,24	1,15	0,36	0,44	2,50	0,24	9,10
CV		20,33	22,82	25,18	17,47	24,97	22,14	12,40
Teste de médias								
Soluções nutritivas								
S1		4,16 a	6,75 a	3,91 a	7,01 a	6,91 a	2,88 a	31,62 a
S2		4,79 a	4,41 ab	1,82 b	3,26 b	5,83 a	2,50 a	22,61 b
S3		4,66 a	3,75 ab	2,32 b	2,91 b	5,00 a	2,08 ab	20,72 b
S4		4,33 a	4,16 b	2,25 b	3,04 b	5,00 a	2,33 ab	21,11 b
S5		5,45 a	4,50 ab	1,61 b	2,91 b	5,91 a	1,33 b	21,71 b
DMS		2,51	2,42	1,35	1,51	3,22	1,11	6,80

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença significativa entre as soluções nutritivas nas colheitas C1 e C5, obtendo-se valores médios de 4,68 e 5,73 folhas por planta. Na colheita C2, o maior número de folhas ocorreu na solução S1, enquanto o menor valor foi observado na S3, não ocorrendo diferença significativa entre as demais soluções. Na colheita C6, as soluções S1 e S2 proporcionaram maior número de folhas comerciais enquanto a S5 apresentou menor, enquanto as demais soluções não diferiram entre si (Tabela 10).

Para as colheitas C3 e C4, bem como para NTFC, os maiores valores ocorreram na SN padrão (S1) e reduziu com o uso de água salina (S2), ocorrendo perdas de 53,45; 53,49 e 26,22%, respectivamente. Além disso, verificou-se que a adição extra de nitrato de cálcio não alterou a resposta da couve ao estresse salino (Tabela 10).

- Número total de folhas

O número total de folhas da couve-folha foi afetado pelas soluções nutritivas (SN) nas colheitas C1, C3 e C4 ($p < 0,01$), bem como na colheita C2 ($p < 0,05$), não ocorrendo resposta significativa nas colheitas C5 e C6 (Tabela 11).

Tabela 11- Resumo da análise de variância e valores médios para número total de folhas de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Soluções nutritivas	4	14,17**	6,68*	3,45**	10,06**	5,83 ^{ns}	3,17 ^{ns}
Bloco	3	2,64 ^{ns}	1,45*	0,22 ^{ns}	1,24 ^{ns}	3,47 ^{ns}	0,52 ^{ns}
Erro	12	1,36	1,17	0,47	1,61	3,11	1,77
Σ		12,09	18,41	16,80	18,86	25,64	32,30

Teste de médias							
Soluções nutritivas							
S1	12,91 a	8,13 a	5,55 a	9,09 a	8,82 a	4,13 a	
S2	8,25 b	5,17 b	3,74 b	7,43 ab	7,08 a	2,08 a	
S3	8,54 b	5,45 b	3,94 b	5,50 b	6,15 a	4,41 a	
S4	9,25 b	4,93 b	4,20 ab	6,53 ab	5,68 a	4,33 a	
S5	9,26 b	5,69 b	3,01 b	5,16 b	6,64 a	2,66 a	
DMS	2,62	2,43	1,54	2,86	3,97	3,00	

ns; *; ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Nas colheitas C1 e C2 os maiores valores de número total de folhas ocorreram na (S1) e diminuiu com a utilização na água salina, apresentando os menores valores na (S2). Enquanto para as colheitas C3 e C4 também apresentaram maiores valores na (S1) porém os menores valores foram encontrados na (S5). As colheitas C5 e C6 não apresentaram resultados significativos.

A redução do NTFC nas plantas submetidas a fertirrigações com soluções nutritivas salinizadas discorda, em parte, com os resultados apresentados por Viana (2017) em que não observou reposta significativa a salinidade. Ferreira et al. (2017) apresenta resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo, em que a taxa de crescimento para número de folhas foi reduzida com o incremento da salinidade da água, o que pode significar uma característica adaptativa das plantas para sobreviver ao estresse salino.

- Comprimento das Folhas

O comprimento das folhas (CF) da couve-folha foi afetado pelas soluções nutritivas nas colheitas C2, C3 e C6 ($p < 0,05$), não ocorrendo efeito significativo ($p > 0,05$) das soluções nutritivas sobre esta variável nas colheitas C1, C4 e C5 (Tabela 12). Para a largura de folhas (LF), houve resposta significativa às soluções nutritivas nas colheitas C1, C2, C3 e C4 ($p < 0,01$), bem como na colheita C5 ($p < 0,05$), não ocorrendo resposta significativa na colheita C6 ($p > 0,05$) (Tabela 12).

Analisando o comprimento de folhas, verifica-se que nas colheitas C2 e C3, a adição de NaCl (S2) diminui o CF em cerca de 19,8 e 18,3%, respectivamente, em comparação com o CF obtido na solução nutritiva padrão (S1). Nessas colheitas, a adição de nitrato de cálcio na solução nutritiva salinizada não afetou significativamente o comprimento das folhas (Tabela 12). Na colheita C6, a adição de NaCl à solução nutritiva não afetou o comprimento de folhas, no entanto, houve redução significativa na solução S3 (Tabela 12).

Com relação a largura das folhas (LF), o uso de água salinizada (S2) provocou redução nesta variável nas colheitas C1, C2, C3 e C4, ocorrendo perdas de 28,7; 24,8; 25,9 e 21,7%, respectivamente, em comparação com os valores obtidos na solução nutritiva padrão (S1). Nessas colheitas, a adição extra de nitrato de cálcio não alterou a resposta das plantas à salinidade. Na colheita C5, não foi observado efeito da adição de NaCl sobre a LF, no entanto, a adição extra de nitrato de cálcio em 150% proporcionou LF menor do que a observada na solução S2 (Tabela 12).

Tabela 12- Resumo da análise de variância e valores médios para o comprimento e largura (cm) de folhas de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Comprimento de Folha							
Soluções nutritivas	4	20,74 ^{ns}	32,56*	16,65*	10,13 ^{ns}	13,95 ^{ns}	39,33*
Bloco	3	1,22 ^{ns}	16,22 ^{ns}	23,48*	11,53 ^{ns}	5,36 ^{ns}	234 ^{ns}
Erro	12	6,69	6,12	4,21	9,88	6,03	11,33
CV		10,12	9,01	7,85	10,62	8,78	12,69
Teste de médias							
Soluções nutritivas		C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1		28,62 a	32,30 a	29,37 a	31,12 a	32,02 a	31,52 a
S2		22,46 a	25,90 b	24,00 b	28,37 a	26,70 a	23,93 ab
S3		25,83 a	27,45 ab	26,62 ab	30,87 a	27,55 a	23,87 b
S4		26,37 a	26,65 b	25,60 ab	27,50 a	28,32 a	27,20 ab
S5		24,55 a	25,00 b	25,10 ab	30,12 a	26,32 a	26,12 ab
DMS		5,83	5,57	4,62	2,86	5,53	7,59
Largura de Folhas							
Soluções nutritivas	4	44,24**	27,14**	49,92**	33,76**	21,12**	9,26 ^{ns}
Bloco	3	0,81 ^{ns}	4,04 ^{ns}	8,51*	2,76 ^{ns}	6,00 ^{ns}	3,17 ^{ns}
Erro	12	2,93	4,25	2,03	5,79	4,49	3,09
CV		8,28	8,85	6,29	9,38	8,87	7,66
Teste de médias							
Soluções nutritivas		C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1		26,50 a	27,67 a	28,83 a	30,80 a	25,92 ab	23,37 a
S2		18,90 b	20,80 b	21,35 b	24,12 b	26,70 a	21,05 a
S3		19,70 b	22,05 b	21,37 b	21,80 b	22,40 ab	23,00 a
S4		19,98 b	22,82 b	21,95 b	23,85 b	23,15 ab	24,52 a
S5		18,27 b	23,25 ab	19,86 b	24,67 b	21,97 b	21,87 a
DMS		3,85	4,65	3,21	5,42	4,78	3,96

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

A redução do crescimento das folhas submetida a fertirrigações com soluções nutritivas salinizadas corrobora com Cavalcante et al. (2010) pois o excesso de sais de sódio reduz o crescimento das plantas cultivadas. Assim como Ferreira et al. (2001) onde sinaliza que o efeito mais facilmente observado da salinidade sobre as plantas é a redução no crescimento, em razão dos desequilíbrios nutricionais e como consequência na produção.

A área foliar se mostrou afetada significativamente pelas soluções nutritivas nas colheitas C1, C2, C3, C4 e C5 ($p < 0,01$), bem como na colheita C6 ($p < 0,05$) (Tabela 13).

Comparando-se os valores de área foliar (AF) nas soluções nutritivas em cada colheita, verifica-se que nas colheitas C1, C2, C3, C4, C5 e C6, os maiores valores foram obtidos na solução nutritiva padrão (S1) e reduziu com a utilização da água salina (S5), ocorrendo perdas de 54,5; 51,9; 59,1; 40,8; 39,0 e 32,7%, respectivamente. Além disso, verifica-se que, exceto na colheita C6, a adição extra de nitrato de cálcio não alterou a resposta das plantas à salinidade. Na colheita C6, as adições extras de nitrato de cálcio em 50% (S3) e 100% (S4) atenuaram o estresse salino, de forma que os valores de AF obtidas nestas soluções nutritivas não diferiram dos obtidos na solução nutritiva padrão (Tabela 13). Esse é um fato importante sob o ponto de vista econômico, visto que a adição da menor quantidade do adubo de cálcio já resultou em efeito positivo.

Tabela 13- Resumo da análise de variância e valores médios para área foliar de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Soluções nutritivas	4	110620228,33**	5341244,2**	2440316,04**	6273198,49**	5062164**	1297541,81*
Bloco	3	137981 ^{ns}	318831,8 ^{ns}	469535,93 ^{ns}	364711,17 ^{ns}	1404103,02*	88239,41 ^{ns}
Erro	12	386597,16	1011894,6	286053,03	888629,85	293486,38	127646,51
CV		16,18	10,52	30,45	23,14	15,52	18,21
Soluções nutritivas		Teste de médias					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1		6870,95 a	5092,97 a	3101,38 a	6184,55 a	5458,01 a	2686,59 a
S2		3128,21 b	2450,03 b	1269,13 b	3659,92 b	3328,89 b	1807,09 bc
S3		3151,42 b	2687,97 b	1744,03 b	4002,87 b	3016,17 b	2119,30 ab
S4		3305,86 b	2423,75 b	1468,78 b	3661,77 b	2983,84 b	2078,55 ab
S5		2759,47 b	2515,62 b	1198,43 b	2860,63 b	2663,93 b	1119,28 c
DMS		1401,84	719,69	1205,84	2125,34	1221,41	805,515

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Esta redução da área foliar, provavelmente, está relacionada a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, em que diminui a superfície transpirante (Tester & Davenport, 2003). De acordo para Taiz et al. (2017) a redução da área foliar ocorre devido a menor

divisão celular e expansão foliar das plantas em condições de elevada salinidade, gerando consequências como um menor crescimento

- Área foliar específica

A área foliar específica (AFE) foi afeta pelas soluções nutritivas apenas na colheita C5 ($p < 0,01$), não ocorrendo resposta significativa nas colheitas C1, C2, C3, C4 e C6 (Tabela 14).

Tabela 14- Resumo da análise de variância e valores médios para área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ de MSF) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Soluções nutritivas	4	1418,29 ^{ns}	3885,62 ^{ns}	1766,89 ^{ns}	2295,36 ^{ns}	6755,58 ^{**}	1464,34 ^{ns}
Bloco	3	476,40 ^{ns}	452,27 ^{ns}	401,17 ^{ns}	284,03 ^{ns}	4060,63 [*]	1556,91 ^{ns}
Erro	12	13,59,29	1437,44	851,64	23,84	1001,72	1985,08
CV		19,39	17,80	18,03	27,27	19,17	27,64
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1		187,79 a	261,10 a	183,20 a	186,53 a	196,93 a	142,30 a
S2		163,14 a	227,42 a	155,67 a	178,41 a	201,78 a	192,81 a
S3		188,89 a	198,89 a	184,17 a	185,41 a	214,01 b	157,85 a
S4		215,74 a	188,48 a	137,11 a	205,10 a	185,56 ab	161,66 a
S5		195,33 a	189,25 a	149,08 a	140,06 a	117,25 b	151,39 a
DMS		83,12	85,48	64,79	110,10	71,35	100,45

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Na colheita C5, os maiores valores de AFE foram observados nas soluções nutritivas S1, S2 e S4, enquanto os menores valores ocorreram nas soluções S3 e S5 (Tabela 14).

Tais resultados podem ser comparados com os obtidos por Niñirola et al. (2014), onde estudando a influência da salinidade da solução nutritiva na qualidade e produção de cultivares de alface baby leaf, obtiveram aumento da área foliar específica com o incremento da salinidade e atribuíram tais resultados ao aumento da espessura foliar. Os autores asseguram que folhas com maior espessura podem ter um melhor comportamento com relação a pós-colheita diferente

daquelas com menor espessura, pois as folhas se matem mais crocantes o que ocasiona um maior tempo de armazenamento.

4.3 Produção

- Massa fresca de folha

A massa fresca total (MFT) das plantas de couve-folha foi afetada pelas soluções nutritivas em todas as seis colheitas realizadas ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 15).

Tabela 15- Resumo da análise de variância e valores médios para massa fresca total (g planta⁻¹) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	MFTA
Soluções nutritivas	4	63031,08**	35293,33**	10397,15**	16204,97**	18981,87**	6646,97**	539177,55**
Bloco	3	1815,51 ^{ns}	238,66 ^{ns}	331,63 ^{ns}	1913,54 [*]	1319,98 ^{ns}	203,19 ^{ns}	3218,90 ^{ns}
Erro	12	940,18	911,30	252,731	374,25	1075,46	322,64	5959,63
CV		15,06	17,24	14,92	8,22	18,20	15,25	10,60
Soluções nutritivas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	MFTA
S1		427,83 a	340,67 a	196,52 a	348,65 a	291,57 a	173,64 a	1778,88 a
S2		137,58 b	121,032 b	82,87 b	205,78 b	148,08 bc	100,86 bc	796,20 b
S3		154,27 b	147,94 b	92,96 b	199,83 b	162,89 bc	107,44 b	865,33 b
S4		149,37 b	115,67 b	89,57 b	205,67 b	108,44 c	170,49 ab	839,21 b
S5		148,68 b	149,91 b	70,93 b	216,61 b	190,03 b	66,61 c	842,77 b
DMS		69,13	68,06	35,84	43,61	73,93	40,49	174,05

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

Os maiores valores de massa fresca de folhas (MFF) foram obtidos na solução nutritiva padrão em todas as colheitas, bem como na massa fresca acumulada (MFTA). Para todas as colheitas, a adição de NaCl na solução nutritiva provocou redução na massa fresca, ocorrendo perdas de 67,8; 64,5; 57,8; 40,9; 49,2. 41,9 e 55,2%, para C1, C2, C3, C4, C5, C6 e MFTA, respectivamente. Além disso, não foi observada interferência da adição de nitrato de cálcio em solução nutritiva salinizada sobre a resposta das plantas ao estresse salino, exceto para a colheita C6, na qual a solução nutritiva S4 inibiu o efeito do estresse salino sobre esta variável (Tabela 15). De forma geral, observou-se a redução da massa fresca das folhas submetidas a soluções nutritivas

salinizadas, assim como Silva et al. (2011) em seu estudo com rúcula; Costa et al. (2020) e Soares et al. (2020) com couve-flor observaram o decréscimo no acúmulo de massa fresca em resposta ao aumento da salinidade.

- Suculência foliar (SUF)

A suculência foliar (SUF) foi afetado pelas soluções nutritivas nas colheitas C2 e C5 ($p < 0,01$), bem como na colheita C1 ($p < 0,05$), não ocorrendo resposta significativa na colheita C3 e C6 (Tabela 16).

Tabela 16- Resumo da análise de variância e valores médios da suculência foliar (mg H₂O cm² de folha) de couve folha submetida a soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Soluções nutritivas	4	232,91*	283,92**	120,32 ^{ns}	357,73 ^{ns}	484,91**	146,07 ^{ns}
Bloco	3	69,33 ^{ns}	51,31 ^{ns}	45,08 ^{ns}	77,09 ^{ns}	262,035*	39,16 ^{ns}
Erro	12	67,21	44,74	77,08	179,29	74,03	123,38
CV		17,78	13,04	15,94	24,50	15,59	20,93
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1		56,94 a	62,94 a	61,67 a	52,28 a	49,00 ab	57,82 a
S2		37,99 b	45,11 b	53,38 a	53,17 a	40,80 b	52,69 a
S3		44,56 ab	46,30 b	47,91 a	45,13 a	47,07 ab	45,53 a
S4		40,73 ab	44,53 b	53,74 a	52,12 a	32,33 b	61,66 a
S5		50,37 ab	57,56 ab	52,78 a	70,55 a	62,16 a	53,98 a
DMS		18,48	15,08	19,79	30,19	19,40	25,64

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m⁻¹), S3 – S2 + Ca(NO₃)₂ (50% extra), S4 – S2 + Ca(NO₃)₂ (100% extra), S5 – S2 + Ca(NO₃)₂ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A colheita C2 apresentou maior valor na (S1) e diminui nas demais (SN) porém apresentou aumento na (S5), já na C5 o maior valor foi na (S5) e os menos valores da C2 e C5 na (S4). Na C1 o maior valor foi encontrado na (S1) e o menor na (S2). As colheitas C3, C4 e C6 não apresentaram resultados significativos (Tabela 16).

Sendo assim foi possível observar que ocorreu um aumento da SUF. O aumento na suculência foliar é uma resposta das plantas quando as mesmas são submetidas ao estresse salino (Parida et al., 2004), assim como no estudo realizado por Paz et al. (2017) em que relaciona o

aumento da suculência com o aumento da espessura das folhas de couve, tanto para armazenamento de água como para diluição dos íons tóxicos Na^+ e Cl^- , uma vez que o acúmulo desses íons também foi crescente. De acordo com Oliveira et al. (2012) quando as plantas são expostas a ambientes salinos começam a criar mecanismos para superar estresses, um exemplo disso é o aumento da espessura de folhas que está relacionada a suculência, e isso está interligado a um armazenamento de água para que assim estimule a diluição de íons tóxicos.

4.4 Nutrição Mineral

- Nitrogênio

As soluções nutritivas afetaram significativamente o teor de nitrogênio no tecido foliar aos 15 e 45 DAT, ao nível de 5% de probabilidade. Não houve resposta significativa na colheita aos 84 DAT e no final do experimento ($p > 0,05$). Também ocorreu resposta significativa para o teor de N no caule e nas raízes, em níveis de 5% e 1%, respectivamente (Tabela 17).

Tabela 17- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		NF-C1	NF-C2	NF-C3	NF-Final	N-Caule	N-Raiz
Soluções nutritivas	4	65,96*	14,73*	22,24 ^{ns}	30,92 ^{ns}	28,68*	146,24**
Bloco	3	24,60 ^{ns}	14,58 ^{ns}	7,68 ^{ns}	8,81 ^{ns}	11,52 ^{ns}	4,87 ^{ns}
Erro	12	15,13	5,23	23,84	15,70	5,50	6,87
CV		13,72	7,72	14,27	13,14	12,87	18,18
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		NF-C1	NF-C2	NF-C3	NF-Final	N-Caule	N-Raiz
S1		31,94 a	34,37 a	36,80 a	27,37 a	20,71 a	24,78 a
S2		21,92 b	29,19 b	31,28 a	30,95 a	16,62 b	9,12 b
S3		31,72 a	31,50 ab	36,47 a	33,03 a	19,47 ab	12,58 b
S4		27,71 ab	30,54 b	33,36 a	32,37 a	20,01 a	11,78 b
S5		28,44 ab	30,80 ab	33,16 a	27,12 a	14,32 b	13,85 b
DMS		8,77	5,16	11,01	8,93	5,28	5,91

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O uso de solução salinizada (S2) provocou redução nos teores de nitrogênio no tecido foliar aos 15 e 45 dias após o transplântio, bem como no caule e nas raízes, ocorrendo perdas de 31,4; 15,1; 19,7 e 63,2%, respectivamente. Além disso, verifica-se que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% reduziu o efeito da adição de NaCl sobre estas variáveis, com exceção o teor de N nas raízes, em que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ não alterou a resposta da cultura à salinidade (Tabela 17).

A adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% (S3) foi eficiente para reduzir o efeito do estresse salino na absorção de nitrogênio, que pode ser atribuído pela maior disponibilidade de NO_3^- na solução nutritiva. No entanto, o uso de doses excessivas de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (S4 e S5) não resultou em ganho significativo na absorção de N, possivelmente devido ao aumento da CE da solução nutritiva.

A redução na absorção de nitrogênio observada no presente estudo, na solução salinizada (S2), exceto para NF-C3 e NF-Final, pode ser atribuída aos íons de cloreto (Cl^-) adicionado no cloreto de sódio, tendo em vista que a adição de nitrogênio foi realizada utilizando fontes nítricas ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e KNO_3), em função da relação antagônica entre os íons Cl^- e NO_3^- . Esta resposta corrobora com as alterações de Cova et al. (2017). Os quais também verificaram redução nos teores de NO_3^- e aumento nos teores de Cl^- em alface cultivada em sistema hidropônico com solução nutritiva salinizada.

De forma geral, os teores de N obtidos neste trabalho variaram de 21,92 g kg^{-1} na NF-C1 (S2) a 36,47 g kg^{-1} NF-C3 (S3) NF-Final. Assim, a maioria dos dados encontrados para o teor de N no tecido foliar está de acordo com a faixa recomendada por Trani et al. (2015) que varia de 30-55 g kg^{-1} .

- Fósforo

O teor de fósforo no tecido vegetal foi afetado pelas soluções nutritivas para as variáveis PF-C1 e PF-Final ($p < 0,01$), bem como para P-Caule e P-Raiz ($p < 0,05$). Não houve resposta significativa para as variáveis PF-C2 e PF-C3 (Tabela 18).

As variáveis PF-C1, PF-Final, P-Caule e P-raiz foram afetados negativamente pela adição extra de NaCl (S2), ocorrendo perdas de 27,3; 35,4; 51,7 e 31,4%, respectivamente. Além disso, verifica-se que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ reduziu o efeito da salinidade sobre a absorção de P. No entanto, não foi observado efeito da salinidade nem da adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em solução nutritiva salinizada sobre PF-C2 e PF-C3, obtendo-se teores médios de 4,85 e 5,39 g kg^{-1} , respectivamente (Tabela 18).

Tabela 18- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de fósforo (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		PF-C1	PF-C2	PF-C3	PF-Final	P-Caule	P-Raiz
Soluções nutritivas	4	0,97*	0,85 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,63**	3,11*	1,77*
Bloco	3	0,02 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Erro	12	0,27	0,28	0,70	0,35	0,96	0,36
CV		12,79	11,04	14,37	13,16	26,90	13,85
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		PF-C1	PF-C2	PF-C3	PF-Final	P-Caule	P-Raiz
S1		4,67 a	4,77 a	5,11 a	5,85 a	4,66 a	5,50 a
S2		3,38 b	4,58 a	5,47 a	3,78 b	2,25 b	3,77 b
S3		4,42 ab	5,61 a	6,23 a	3,97 b	3,56 ab	4,32 ab
S4		3,92 ab	4,41 a	4,89 a	4,48 b	3,89 ab	4,01 b
S5		4,07 ab	4,86 a	5,87 a	4,67 ab	3,93 ab	4,32 ab
DMS		1,18	1,20	1,389	1,35	2,22	1,36

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A redução do teor foliar de P em couve-folha em função do estresse salino também foi observada por Viana et al. (2017) trabalhando em sistema hidropônico NFT, assim como em estudos com alface (Soares et al., 2016 e Cova et al., 2017). Entretanto, apesar do uso de água salina ter provocado redução na absorção de P, os teores deste nutriente do tecido foliar encontram-se na faixa indicada por Trani et al., (2015), que é de 3 a 7 g kg^{-1} .

- Potássio

Com relação ao potássio, verificou-se efeito significativo das soluções nutritivas para todas as variáveis analisadas ao nível de 1% de (Tabela 19).

De forma geral, verifica-se todas as variáveis foram reduzidas pela adição de NaCl na solução nutritiva, ocorrendo perdas de 54,3; 37,7; 42,0; 24,8; 46,8 e 38,6%, para KF-C1, KF-C2, KF-C3, KFinal, KCaule e KRaiz, respectivamente (Tabela 19).

Verifica-se ainda que o efeito deletério do NaCl foi reduzido com a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% para KF-C2 e KF-C3, e de 100% para KFinal. Por outro lado, não foi observado

efeito da adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em solução salinizada sobre as variáveis KF-C1, KCaule e KRaiz (Tabela 19).

Tabela 19- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de potássio (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		KF-C1	KF-C2	KF-C3	K-Final	K-Caule	K-Raiz
Soluções nutritivas	4	737,16**	244,66**	240,95**	232,46**	160,95**	207,54**
Bloco	3	20,02 ^{ns}	109,15 ^{ns}	55,58 ^{ns}	43,91 ^{ns}	14,69 ^{ns}	66,91 ^{ns}
Erro	12	24,61	39,74	35,15	30,47	15,83	22,64
CV		14,47	17,42	16,79	16,96	16,69	12,67
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		KF-C1	KF-C2	KF-C3	KF-Final	K-Caule	K-Raiz
S1		57,44 a	49,14 a	43,63 a	42,20 a	36,39 a	49,58 a
S2		26,25 b	30,60 b	25,30 c	31,71 b	19,35 b	30,44 b
S3		34,39 b	36,78 ab	37,48 abc	21,06 b	20,38 b	34,30 b
S4		29,91 b	29,59 b	29,27 bc	32,57 ab	19,88 b	36,31 b
S5		23,46 b	34,78 b	40,83 ab	35,15 a	25,16 b	37,12 b
DMS		11,18	14,21	13,36	12,44	8,97	10,72

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Reduções nos teores de potássio em função do aumento da salinidade da solução nutritiva tem sido repostada por outros autores trabalhando com outras folhosas, com alface (Paulus et al., 2012) e salsa (Muchecua et al., 2022).

Esta redução da absorção de K ocorreu em função da maior concentração de sódio na solução nutritiva devido a interação antagônica entre os mesmos que afeta absorção e o transporte para a membrana celular. Com isto, o decréscimo nos teores de K provocado pelo aumento na absorção de Na pode acarretar uma desordem iônica na homeostase celular (Willadino & Camara, 2010).

Analisando os teores de K em todas as soluções nutritivas, verifica-se que houve uma variação de $57,44 \text{ g kg}^{-1}$ a $21,06 \text{ g kg}^{-1}$. Desta forma, apesar da adição de NaCl na solução nutritiva ter proporcionando redução nos teores foliares de K, todos as soluções salinizadas,

independentemente da adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ proporcionaram os teores de Ca dentro da faixa recomendada por Trani et al. (2015) que varia de 20-40g kg^{-1} .

- Cálcio

Constatou-se efeito significativo das soluções nutritivas sobre os teores de cálcio no tecido vegetal ao nível de 1% de probabilidade, exceto para o teor de Ca nas raízes, em que ocorreu resposta significativa ao nível de 5% (Tabela 20).

Tabela 20- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de cálcio (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		CaF-C1	CaF-C2	CaF-C3	Ca-Final	Ca-Caule	Ca-Raiz
Soluções nutritivas	4	43,97**	66,41**	75,68*	10,45**	22,89**	37,04*
Bloco	3	6,73 ^{ns}	10,32 ^{ns}	8,66 ^{ns}	3,54 ^{ns}	25,09**	1,78 ^{ns}
Erro	12	4,75	6,51	3,20	2,78	4,26	10,11
CV		12,32	12,71	10,97	8,51	12,48	15,04
Teste de médias							
Soluções nutritivas		CaF-C1	CaF-C2	CaF-C3	CaF-Final	Ca-Caule	Ca-Raiz
S1		22,02 a	23,84a	22,08 a	21,15 a	20,41 a	25,48 a
S2		13,22 c	14,82b	10,49 c	17,23 b	15,82 b	17,32 b
S3		19,59 ab	24,53a	18,40 ab	18,86 ab	15,10 b	21,88 ab
S4		17,11 bc	19,00ab	16,31bc	19,77 ab	17,10 ab	21,57 ab
S5		21,16 a	18,18b	14,27 c	20,97 ab	14,30 b	19,44 ab
DMS		4,91	5,75	4,03	3,76	4,55	7,17

ns; *; ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl (7,0 dS m^{-1}), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A adição de NaCl na solução nutritiva (S2) provocou redução na absorção de Ca em todas as avaliações, ocorrendo perdas de 39,9; 37,8; 52,5; 18,5; 22,5 e 32,0%, para as variáveis CaF-C1, CaF-C2, CaF-C3, CaFinal, CaCaule e CaRaiz, respectivamente. Além disso, verifica-se que a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% foi eficiente para reduzir o efeito do estresse salina para a maioria das variáveis, com exceção do teor de Ca no caule, em que foi necessário adição de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 150% para reduzir o efeito da salinidade (Tabela 20).

Outros autores trabalhando com algumas folhosas em cultivo hidropônico também verificaram redução nos teores de cálcio em resposta ao estresse salino, como alface (Cova et al., 2017; Silva et al., 2021) e salsa (Muchecua et al., 2021).

O aumento observado nos teores de cálcio na S3 pode ser explicado pela maior disponibilidade de Ca na solução nutritiva, aumentando a disponibilidade deste nutriente e favorecendo a sua absorção em detrimento da absorção de Na, dentro em vista que este nutriente apresenta interação antagônica (Prado, 2009). Por outro lado, a baixa absorção de Ca observada na S5 deve-se ao aumento da CE da solução nutritiva devido a elevada dose de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ utilizada.

Considerando que os teores adequados de Ca no tecido foliar da couve devem estar na faixa de 15-25 g kg^{-1} (Trani et al., 2015), percebe-se que apenas a solução S2, com exceção da Ca-final, proporcionou teor de Ca inferior ao recomendado. Estes resultados demonstram a importância da adequada nutrição cálcica na cultura da couve quando a mesma for cultivada em condições de estresse salino.

- Magnésio

Concernente ao magnésio, verificou-se efeito de solução nutritiva para todas as variáveis analisadas, com significância de 1% para MgF-C1, MgF-C2, MgFFinal, MgCaule e MgRaiz, e 5% para MgF-C3 (Tabela 21). Todas as variáveis foram reduzidas pela salinidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva, com perdas de 61,3; 50,4; 60,2; 32,7; 46,6 e 42,2%, para MgF-C1, MgF-C2, MgF-C3, MgFFinal, MgCaule e MgRaiz, respectivamente (Tabela 21).

A adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em solução nutritiva salinizada reduziu o efeito da salinidade sobre a absorção de Mg para todas as variáveis, com ação mais evidente para MgF-C3, MgFFinal, MgCaule e MgRaiz (Tabela 21).

Considerando que a faixa adequada para teores de Mg em folha de couve é 3-7 (Trani et al., 2015), verifica-se que o uso da solução salinizada S2 resultou em teores de Mg a baixo do recomendado. No entanto, com exceção da primeira colheita, a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% (S3) e 100% (S4) foram eficientes para elevar o teor de Mg ao intervalo desejado.

Tabela 21- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de magnésio (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		MgF-C1	MgF-C2	MgF-C3	MgF-Final	Mg--Caule	Mg-Raiz
Soluções nutritivas	4	4,74**	4,01 **	3,73 *	2,56**	2,86 **	3,05 **
Bloco	3	0,23 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,31 ^{ns}
Erro	12	0,11	0,24	0,95	0,25	0,22	0,39
CV		12,99	13,28	20,29	14,30	13,21	18,97

Soluções nutritivas	Teste de médias					
	MgF-C1	MgF-C2	MgF-C3	MgF-Final	Mg--Caule	Mg-Raiz
S1	4,34 a	5,30 a	6,26 a	4,49 a	4,48 a	4,45 a
S2	1,68 c	2,63 c	2,49 b	3,02 b	2,39 c	2,57 bc
S3	2,70 b	3,85 b	4,29 ab	4,29 ab	4,29 ab	3,30 abc
S4	1,69 c	3,21 bc	3,30 bc	3,30 bc	3,65 ab	3,87 ab
S5	2,44 b	3,46 bc	2,65 c	2,65 c	3,22 bc	2,36 c
DMS	0,75	1,10	2,20	1,14	1,07	1,41

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

De forma geral, verifica-se que os teores de Mg foram afetados tanto pela adição de NaCl na solução nutritiva quanto pela adição extra em doses elevadas de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, que pode ser explicada pela interação antagônica entre o íon Mg^{2+} com os íons Na^+ e Ca^{2+} . Confirmando estudos apresentados por Muchecua et al. (2021) trabalhando com salsa. Outros autores também observaram redução na absorção de Mg sobre condições de estresse salino, com alface (Silva et al., 2021).

- Enxofre

Analisando o efeito das soluções nutritivas sobre os teores de enxofre, verificou-se efeito significativo para as variáveis SF-C1 e SRaiz ($p < 0,1$), bem como para SF-C3 ($p < 0,05$). Não houve resposta significativa para SF-C2, SF-final e Scaule (Tabela 22).

Tabela 22- Resumo da análise de variância e valores médios para teor de enxofre (g kg^{-1}) nas folhas em diferentes colheitas, no caule e raiz de couve-folha fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas e enriquecidas com nitrato de cálcio

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		SF-C1	SF-C2	SF-C3	SF-FFinal	S-Caule	S-Raiz
Soluções nutritivas	4	0,79**	0,28 ^{ns}	1,28 *	0,53 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,63 **
Bloco	3	0,06 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,048 *	0,079 ^{ns}
Erro	12	0,04	0,31	0,31	0,22	0,024	0,054
CV		7,91	16,52	14,37	16,89	10,36	14,91
		Teste de médias					
Soluções nutritivas		SF-C1	SF-C2	SF-C3	SF-FFinal	S-Caule	S-Raiz
S1		3,54 a	3,67 a	4,64 a	3,31 a	1,69 a	2,06 a
S2		2,56 b	3,12 a	3,80 ab	2,30 a	1,42 a	1,38 bc
S3		2,83 b	3,32 a	3,30 b	2,95 a	1,41 a	1,42 bc
S4		2,48 b	3,24 a	3,41 b	2,72 a	1,42 a	1,09 c
S5		2,49 b	3,72 a	4,26 ab	2,76 a	1,49 a	1,89 ab
DMS		0,49	1,27	1,21	1,07	0,35	0,52

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente. S1 – Solução nutritiva padrão (SNP), S2 - SNP + NaCl ($7,0 \text{ dS m}^{-1}$), S3 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (50% extra), S4 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (100% extra), S5 – S2 + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (150% extra). Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O uso de água salinidade no preparo da solução nutritiva (S2) provocou redução de 27,7% na SF-C1 e de 33,0% para S-Raiz. Para a variável SF-C3, o efeito da salinidade aumentou com a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 50% (S3), com perda de 28,9%, em comparação com os valores obtidos na solução nutritiva padrão. Dentre estas variáveis, a adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em 150% (S5) reduziu o efeito do estresse salino sobre a absorção de enxofre. Por outro lado, não houve efeito da salinidade nem da adição extra de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ para SF-C2, SF-Final e S-Caule, obtendo-se teores médios de 3,41; 2,81 e 1,49 g kg^{-1} , respectivamente (Tabela 22).

Na literatura são escassos estudos destacando o efeito do estresse salino sobre absorção de enxofre, sendo que alguns estudos têm mostrado que a absorção deste nutriente não é afetada pela concentração de Na^+ na solução nutritiva (Paulus et al., 2012; Soares et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

A suplementação extra com nitrato de cálcio não reduziu o efeito da salinidade sobre o crescimento, fotossíntese, produção e nutrição das plantas de couve.

Na produção, as suplementações extras com nitrato de cálcio na solução nutritiva salinizada não resultaram em ganhos na quantidade, tamanho e peso de folhas comerciais.

Em condições onde seja inevitável o uso de água salina com $7,0 \text{ dS m}^{-1}$ para o preparo da solução nutritiva, não recomenda-se utilizar doses extras de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

6. REFERÊNCIAS

Abdelgawad, H.; Zinta, G.; Hegab, M. M.; Pandey, R.; Asard, H.; Abuelsoud, W. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science*, v.7, p.276, 2016.

Albino-Garduño, R.; Zavaleta-Mancera, H. A.; Ruiz-Posadas, L. M.; Sandoval-Villa, M.; Castillo-Morales, A. Response of Gerbera to calcium in hydroponics. *Journal of Plant Nutrition*, v.31, p.91-101, 2008.

Araldi, R.; Velini, E. D.; Giroto, M.; Carbonari, C. A.; Jasper, S. P.; Trindade, M. L. B. Efeitos na taxa de transporte de elétrons de plantas daninhas após aplicação de amicarbazone. *Planta Daninha*, v.29, p.647-653, 2011.

Ayers, R.S.; Westcot, D.W. *A qualidade da água na agricultura*. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

Azevedo Neto, A. D.; Pereira, P. P. A.; Costa, D. P.; Santos, A. D. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. *Ciência agrônômica*, v.42, p.893-897, 2011.

Azevedo, L.C. *Mecanismos de adaptação e fotoproteção em tomateiros submetidos ao estresse salino*. Viçosa: UFV. 2009. 52p. Dissertação de Mestrado

Baker, N. R.; Rosenqvist, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.1607-1621, 2004.

Barbosa, R. C. A.; Brito, M. E. B.; Leite, R. P.; Silva, L. D. A.; Fernandes, P. D.; & Soares, W. D. S. Comportamento fisiológico de limoeiros e híbrido sob estresse salino. II INOVAGRI International Meeting, 2014. Anais. CDRom.

Berry, J.; Björkman, O. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v.31, p.491-543, 1980.

Bevilacqua, H. E. C. R. Classificação das hortaliças. In: Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Curso Técnico de Agronegócios - Olericultura. Governo do Estado do Ceará, p.3-13, 2008.

Bezerra Neto, E. O cultivo hidropônico. In: Bezerra Neto, E. (Coord.). Hidroponia. [Recife]: CREA-PE, 2016. p.15-30. (Cadernos do Semiárido, 6). Disponível em: <http://www.creape.org.br/portal/wpcontent/uploads/2016/12/Caderno6hidroponia.pdf>.

Acesso em: 30 mar. 2020

Bezerra, M. A.; Lacerda, C. F. D.; Prisco, J. T.; Gomes, E. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.90-94, 2005.

Bolhar-Nordenkamp, H. R.; Long, S. P.; Baker, N. R.; Oquist, G.; Schreiber, U.; Lechner, E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. Functional Ecology, v.3, p.497-514, 1989.

Bown, A. W.; Hall, D. E.; Macgregor, K. B. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. Plant Physiology, v.129, p.1430-1434, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 64, de 18 de dezembro de 2008. Brasília, 2008.

Brito, M. E. B.; Sá, F. V. S.; Soares Filho, W. S.; Silva, L. A.; Fernandes, P. D. Gas exchange and fluorescence of citrus rootstocks varieties under saline stress. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, p.1-8, 2016.

Cairo, P.A.R. Curso básico de relações hídricas de plantas. Vitória da Conquista, BA, UESB, 32p, 1995.

Campostrini, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. UFNF, Rio de Janeiro, 2001. 34p.

Carmo, F. F.; Oliveira, O. F. Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. ESAM: Mossoró. 1995. 62p. Coleção Mossoroense, Série B.

Carvalho, J. G.; Bastos, A. R. R.; Alvarenga, M. A. R. Nutrição mineral adubação. In: Alvarenga, M. A. R. Tomate, produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia, Lavras: UFLA, p.61-120, 2004.

Cavalcante, L. F.; Cordeiro, J. C.; Nascimento, J. A. M.; Cavalcante, Í.; Dias, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Semina, v.31, p.1281-1289, 2010.

Chaves, V. V. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em genótipos de cana-de açúcar infestados por cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. 33p. Dissertação Mestrado.

Costa, L. F.; Soares, T. M.; Silva, M. G.; Modesto, F. J. N.; Queiróz, L. A.; Pereira, J. S. Cauliflower growth and yield in a hydroponic system with brackish water. Revista Caatinga, v.33, p.1060-1070, 2020.

Cova, A. M. W.; Azevedo Neto, A. D.; Ribas, R. F.; Gheyi, H. R.; Menezes, R. V. Inorganic solute accumulation in noni (*Morinda citrifolia* L.) under salt stress during initial growth. African Journal of Agricultural Research, v.11, p.3347-3354, 2016.

Cova, A. M.; Freitas, F. T.; Viana, P. C.; Rafael, M. R.; Azevedo, A. D. D.; Soares, T. M. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.21, p.150-155, 2017.

Cruz, J. L.; Pelacani, C. R.; Soares Filho, W. D. S.; Castro Neto, M. T. D.; Coelho, E. F.; Dias, A. T.; Paes, R. A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. Revista Brasileira de Fruticultura, v, 25, p. 528-531, 2003.

Debouba, M.; Ghorbel, M. H.; Gouia, H. Effets du NaCl et de la déficience en azote sur la fluorescence chlorophyllienne du photosystème II chez la tomate (*Solanum lycopersicon*, Chibli F1). Acta Botanica Gallica, v.154, p.635-642, 2007.

Demmig-Adams, B.; Adams, W.W. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. Trends in Plant Science, v.1, p.21-26, 1996.

Dias, A. S.; Lima, G. S.; Sá, F. V. S.; Gheyi, R. H.; Soares, L. A. A.; Fernandes, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.628-633, 2018.

Edelstein, M.; Plaut, Z.; Ben-Hur, M. Sodium and chloride exclusion and retention by non-grafted and grafted melon and Cucurbita plants. *Journal of Experimental Botany*, v.62, p.177-184, 2011.

Elsing, L. A.; Pauletto, A. T. A.; Sousa Paiter, A. H.; Gianini, J. P. B.; Oliveira Martins, M. J.; Santos, T. B.; Dalastra, I. M. Diferentes condutividades elétricas em soluções nutritivas para alface crespa em sistema hidropônico. *Revista Cultivando o Saber*, v.12, p.23-31, 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Disponível em: www.cnph.embrapa.br.

Esteves, B. S.; Suzuki, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, p.662-679, 2008.

FAO. ITPS. Status of the world's soil resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy, v.650, 2015.

Faquin, V.; Furlani, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, v.20, p.236, 1999.

Fernandes, J. F.; Furlani, P. R.; Ribeiro, I. J. A.; Carvalho, C. R. L. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. *Bragantia*, v.61, p.25-34, 2002.

Ferraz, R. L. S.; Melo, A. S. M.; Suassuna, J. F.; Brito, M. E. B.; Fernandes, P. D.; Nunes Júnior, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.181-188, 2012.

Ferreira, A. H. P.; Viana, P. C.; da Paz, M. G. F.; Cerqueira, D. A.; Soares, T. M. & Oliveira, M. G. B. Crescimento relativo e absoluto de couve-folha hidropônica produzida com águas salobras. IV INOVAGRI International Meeting, 2017.

Ferreira, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência & Agrotecnologia*, v.38, p.109-112, 2014.

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

Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2013. 421p.

Freire, M. B. G. S.; Freire, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. cap.16, p.929-954.

Furtado, G. F.; Soares, L. A. A.; Sousa, J. R. M.; Andrade, E. M. G.; Guerra, H. O. C. Alterações fisiológicas em feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, p.175-181, 2013.

Frisina, V. A.; Escobedo, J. F.; Gomes, E. N. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em estufa de polietileno. In Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural, 2000.

Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 52p.

Garcia, G. O.; Nazário, A. A.; Moraes, W. B.; Gonçalves, I. Z.; Madalão, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.18, p.330-338, 2010.

Ghannoum, O.; Conroy, J. P.; Driscoll, S. P.; Paul, M. J.; Foyer, C. H.; Lawlor, D. W. Nonstomatal limitations are responsible for drought-induced photosynthetic inhibition in four C4 grasses. *New Phytologist*, v.159, p.835-844, 2003.

Glynn, P.; Fraser, C.; Gillian, A. Foliar salt tolerance of Acer genotypes using chlorophyll fluorescence. *Journal of Arboriculture*, v.29, p.61-65, 2003.

Gomes, K. R.; Amorim, A. V.; Ferreira, F. J.; Filho, F. L.; Lacerda, C. F.; Gomes-Filho, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes

espaçamentos de cultivo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.365-370, 2011.

Gulzar, S.; Khan, M. A.; Ungar, IA. Salt tolerance of a salt marsh coastal grass. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.34, p.2595-2605, 2003

Haghighi, M.; Kafi, M.; Pessarakli, M.; Sheibanirad, A.; Sharifinia, M. R. Using kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) as a phytoremediation plant species for lead (Pb) and cadmium (Cd) removal in saline soils. Journal of Plant Nutrition, v.39, p.1460-1471, 2016.

Hepler, P. K. Calcium: A central regulator of plant growth and development. Plant Cell, v.17, p.2142-2144, 2005.

Hussain, S.; Luro, F.; Costantino, G.; Ollitrault, P.; Morillon, R. Physiological analysis of salt stress behavior of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance. South African Journal of Botany, v.81, p.103-112, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953#resultado>

Iyengar, E. R. R.; Reddy, M. P. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. Handbook of photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA, v. 909, 1996.

Jamil, A.; Riaz, S.; Ashraf, M.; Foolad, M. R. Gene expression profiling of plants under salt stress. Critical Reviews Plant Sciences, v.30, p.435-458, 2011.

Jamil, M.; Lee, C. C.; Rehman, S. U.; Lee, D. B.; Ashraf, M.; Rha, E. S. Salinity (NaCl) tolerance of brassica species at germination and early seedling growth. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, v.4, p. 970-976, 2005.

Jamil, M.; Rehman, S.; Rha, E. S. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pakistan Journal of Botany v.39, p.753-760, 2007.

Jouyban, Z. Os efeitos do estresse salino nas plantas crescimento. Jornal Técnico de Engenharia e Ciências Aplicadas, v.2, p.7-10, 2012.

Karagöz, F. P.; Dursun, A. Calcium nitrate on growth and ornamental traits at salt-stressed condition in ornamental kale (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala*). *Ornamental Horticulture*, v.27, p.196-203, 2021.

Khavarinejad, R. A.; Chaparzadeh, N. The effects of NaCl and CaCl₂ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. *Photosynthetica*, v, 35, p.461-466. 1998.

Konrad, M. L. F.; Silva, J. A. B.; Furlani, P. R.; Machado, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. *Bragantia*, v.64, p.339-347, 2005.

Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.289-295, 2004.

Lahaye, P. A.; Epstein, E. Salt toleration by plants: enhancement with calcium. *Science*, v.166, p.395-396, 1969.

Leite, J. V. Q. Crescimento, fisiologia e produção de tomateiro cereja sob estresse salino e formas de fertilização. Campina Grande: UFCG. 2018, 55p. Dissertação mestrado

Lichtenthaler, H. K.; Buschmann, C.; Knapp, M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio RFd of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica*, v.43, p.379- 393, 2005.

Lima, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. Manejo e controle da Salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997, p.113-136. In: Congresso brasileiro de engenharia agrícola.

Linić, I.; Šamec, D.; Grúz, J.; Vujčić Bok, V.; Strnad, M.; Salopek-Sondi, B. Involvement of phenolic acids in short-term adaptation to salinity stress is species-specific among Brassicaceae. *Plants*, v.8, p.155, 2019.

Lira, R. M. D.; Silva, Ê. F. D. F.; Silva, G. F. D.; Santos, A. N. D.; Rolim, M. M. Production, water consumption and nutrient content of chinese cabbage grown hydroponically in brackish water. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, p.497-505, 2015.

- Lira, R. M.; França, Ê. F.; Silva, A. O.; Medeiros, P. R. F.; Silva, G. F.; Ramalho, H. Watercress and chinese cabbage in a hydroponic system using groundwater. *Revista Caatinga*, v.32, p.1038-1047, 2019.
- Lu, C.; Qiu, N.; Lu, Q.; Wang, B.; Kuang, T. Does salt stress lead to increased susceptibility of photosystem II to photoinhibition and changes in photosynthetic pigment composition in halophyte *Suaeda salsa* grown outdoor. *Plant Science*, v.163, p.1063-1068, 2002.
- Lucena, C. C.; Siqueira, D. L.; Martinez, H. E. P.; Cecon, P. R. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. *Revista Brasileira Fruticultura*, v.34, p.1245-1255, 2012.
- Maas, E. V. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, v.1, p.12-25, 1986.
- Maas, E. V.; Hoffman, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE*, New York, v.103, p.115-134, 1977.
- Machado, E. C.; Schmidt, P. T.; Medina, C. L.; Ribeiro, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.1161-1170, 2005.
- Malavolta, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. In: Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. 2ed. ver. e atual. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Marcolini, M. W.; Cecílio, F. A. B.; Barbosa, J. C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve folha. *Científica*, v.33, p.192-198, 2005.
- Marques, I. C. S.; Santos, S. T.; Freitas, R. S.; Targino, A. J. O.; Oliveira, F. A. Produção de alface cultivada em fibra de coco utilizando solução nutritiva salina enriquecida com nitrato de cálcio. In: IV Cointer, 2017. Anais. CD Rom.
- Marques, J. M. Estresse mineral induzido por fertilizantes potássicos em plantas de berinjela (*Solanum melongena* L.) e seu efeito sobre parâmetros agrônômicos e metabólicos. Botucatu: UNESP, 2009, 168 p. Dissertação Mestrado
- Mastrogiannidou, E.; Chatzissavvidis, C.; Antonopoulou, C.; Tsabardoukas, V.; Giannakoula, A.; Therios, I. Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.16, p.621-636, 2016.

Mathis, P.; Paillotin, G. In: The biochemistry of plants. (eds.) Hatch, M.D.; Boardman, N.K. Academic Press, New York, 1981. 97p.

Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M.; Silva Júnior, M. J.; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, p.469-472, 2003.

Melloni, R.; Silva, F. A.; Carvalho, J. G. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). Cerne, v.6, p.35-40, 2000.

Mendes, A. K. V.; Carvalho, J. S. B. Germinação de sementes de manjerição em diferentes condições ambientais. Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente, v.1, p.21-27, 2016.

Monteith, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Journal of Applied Ecology, v.9, p.1972, 747-766.

Moraes, D. P.; Fernandes, A. L. M.; Silva Dias, N.; Cosme, C. R.; Souza Neto, O. N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. Magistra, v.26, p.353-360, 2014.

Muchecua, S. M.; Júnior, J. A. S.; de Menezes, S. M.; da Silva, G. F.; Chaves, L. H.; Cruz, R. I. Ionic relationships between macronutrients and sodium in parsley under nutrient solutions prepared with brackish water. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v, 26, p.11-20, 2022.

Munns, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, v.167, p.645-663, 2005.

Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, v.59, p.651-681, 2008.

Munns, Rana. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, cell & environment, v. 25, p. 239-250, 2002.

Neves, M. B.; Buzetti, S.; Castilho, R. M. M.; Boaro, C. S. F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. Científica, v.33, p.127-133, 2005.

Niñirola, D.; Fernández, J. A.; Conesa, E.; Martínez, J. A.; Egea-Gilabert, C. Combined effects of growth cycle and different levels of aeration in nutrient solution on productivity, quality, and shelf life of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) plants. *HortScience*, v.49, p.567-573, 2014.

Novo, M. D. C. D. S.; Praela-Pantano, A.; Trani, P. E.; Blat, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.321-325, 2010.

Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Lima Neto, A. J.; Rebequi, A. M.; Diniz, B. L. M. T.; Gheyi, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1152-1158, 2012.

Oliveira, A. S. L. D.; Souza, E. S. D.; Pessoa, L. G. M.; Ferreira-Silva, S. L.; Souza, R.; Silva, M.; Antonino, A. C. D. Growth and photosynthetic efficiency of *Atriplex nummularia* under different soil moisture and saline tailings. *Revista Caatinga*, v.32, p.493-505, 2019.

Oliveira, C. D. S.; Gomes, I. D. S.; Pacheco, J. S.; Ribeiro, D.; Matos, F. S. Availability of calcium and growth of eucalyptus changes under stress salino. *Revista Agrarian*, v.11, p.299-306, 2018a.

Oliveira, F. A.; Marques, I. C. S.; Targino, A. J. O.; Cordeiro C. J. X.; Oliveira, M. K. T.; Régis, L. R. L.; Costa, P. A. A.; Freitas, R. S. Effect of saline stress and calcium nitrate on lettuce grown on coconut fiber. *Journal of Agricultural Science*, v.10, p.259-268, 2018b.

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 Agroambiente Online*, v.8, p.222-229, 2014.

Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, F. R. A.; Oliveira, M. K. T.; Freire, A. G. Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquat em condições salinas. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, p.484-492, 2012.

Oliveira, J. G.; Alves, P. L. C. A.; Magalhães, A. C. The effect of chilling on the photosynthetic activity in coffee (*Coffea arabica* L.) seedlings. The protective action of chloroplastid pigments. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.14, p.95-104, 2002.

Oliveira, R. R. T. Nutrição potássica e cálcica como estratégia mitigadora do estresse salino no cultivo de melões nobres em ambiente protegido. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2020. 56p. Dissertação Mestrado

Parida, A. K.; Das, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.60, p.324-349, 2005.

Parida, A. K.; Das, A. B.; Mitra, B. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees – Structure and Function*, v.18, p.167-174, 2004.

Paulus, D. Produção, qualidade e parâmetros fisiológicos e bioquímicos de alface sob hidroponia com águas salinas. São Paulo: USP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008. 267p. Tese Doutorado

Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Paulus E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.18-25, 2012.

Paulus, D.; Paulus, E.; Nava, G. A.; Moura, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Revista Ceres*, v.59, p.110-117, 2012.

Pavlović, I.; Mlinarić, S.; Tarkowská, D.; Oklestkova, J.; Novák, O.; Lepeduš, H.; Salopek-Sondi, B. Early Brassica crops responses to salinity stress: A comparative analysis between Chinese cabbage, white cabbage, and kale. *Frontiers in Plant Science*, v.10, p.450, 2019.

Paz, M. G. F.; Viana, P. C.; Ferreira, A. H. P.; Oliveira, T. A. D.; Soares, T. M.; Damasceno, B. S. Aspectos morfofisiológicos e acúmulo de nacl em folhas de couve hidropônica. IV INOVAGRI International Meeting, 2017. Anais. CDRom.

Prado, R. M. 500 perguntas e respostas sobre nutrição de plantas. 1. ed. Jaboticabal: FCAV/GENPLANT, 2009. v.1. 108 p

Rezende, E. P. L. Produção hidropônica de couve-folha com aproveitamento de águas salobras. Cruz das Almas: UFRB, 2010. 44p. Monografia de Graduação.

Roháček, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, v.40, p.13-29. 2002.

Sacramento, B. L. D.; Azevedo Neto, A. D. D.; Alves, A. T.; Moura, S. C.; Ribas, R. F. photosynthetic parameters as physiological indicators of tolerance to cadmium stress in sunflower genotypes. *Revista Caatinga*, v.31, p.907-916, 2018.

Salachna, P.; Piechocki, R.; Byczyńska, M. Plant growth of curly kale under salinity stress. *Journal of Ecological Engineering*, v.18, p.119-124, 2017.

Santos, J. M.; Oliveira, F. D. A. D.; Medeiros, J. F. D.; Targino, A. J. D. O.; Costa, L. P. D.; Santos, S. T. Saline stress and potassium/calcium ratio in fertigated eggplant. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.770-775, 2018.

Santos, S. T.; Oliveira, F. A.; Oliveira, G. B. S.; Sá, F. V. D. S.; Costa, J. P. M.; Fernandes, P. D. Photochemical efficiency of basil cultivars fertigated with salinized nutrient solutions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.24, p.319-324, 2020.

Savazaki, E. T.; Figueira, G. J. B.; Hamamura, H.; Ishicava, S. M.; Torres, L. M. Hidroponia e cultivo em substrato. Campinas, CATI. Boletim Técnico 250. 120p, 2018.

Silva, A. A. R. D.; Lima, G. S. D.; Azevedo, C. A. V. D.; Gheyi, H. R.; Souza, L. D. P.; Veloso, L. L. D. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.49, p.55-71, 2019.

Silva, A. C.; Silva, G. F.; Menezes, S. M.; Cruz, R. Í.; Santos Júnior, J. A.; Rolim, M. M. Accumulation of cations in lettuce cultivars under low-cost hydroponic system with brackish waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.25, p. 833-839, 2021.

Silva, A. O.; Silva, D. J. R.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Santos, A. N.; Rolim, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.147-155, 2011.

Silva, F. L. B.; Lacerda, C. F.; Neves, A. L. R.; Sousa, G. G.; Sousa, C. H. C.; Ferreira, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-caupi. *Irriga*, v.18, p.304-317, 2013.

Silva, L. D. A.; Brito, M. E.; Sá, F. V. D. S.; Moreira, R. C.; Soares Filho, W. D. S.; Fernandes, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.1-7, 2014.

Silva, M. G.; Amorim, S. M. Estresse salino em plantas de *Spondias tuberosa* Arruda (Câmara) colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares. *Revista Caatinga*, v.22, p.91-96, 2009.

Silva, T. I.; Melo Filho, J. S.; Gonçalves, A. C. M.; Sousa, L. V.; Moura, J. G.; Dias, T. J.; Alvarez-pizarro, J. C.; Pereira, W. E.; Mendonça, R. M. N. Salicylic Acid Effect on *Ocimum basilicum* L. during growth in salt stress and its relationship between phytomass and gas exchange. *Journal of Experimental Agriculture International*, v.22, p.1-10, 2018.

Soares Silva, H. R. E.; Ê. F. D.; Silva, G. F. D.; Lira, R. M. D.; Bezerra, R. R. Mineral nutrition of crisphead lettuce grown in a hydroponic system with brackish water. *Revista Caatinga*, v.29, p.656-664, 2016.

Soares, H. R.; Silva, E. F. F.; Silva, G. F.; Cruz, A. F. S.; Santos Júnior, J. A.; Rolim, M. M. Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.24, p.258-265, 2020.

Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Duarte, S. N.; Melo, R. F.; Jorge, C. A.; Bonfim-Silva, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, v.12, p.235-248, 2007.

Sousa, A. E. C.; Lacerda, C. F.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Uyeda, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, v, 25, p.144-152, 2012.

Sousa, G. G.; Araújo Viana, T. V.; Lacerda, C. F.; Azevedo, B. M.; Silva, G. L.; Costa, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. *Revista Agro@mbiente on-line*, v.8, p.359-367, 2014.

Steppuhn, H. Pré-irrigation of a severely-saline soil with insitu water to establish dryland forages. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v.44, n.6, p.1543-1551, 2001.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Artmed, Porto Alegre, 2017. 888p.

Tarchoune, I.; Degl'Innocenti, E.; Kaddour, R.; Guidi, L.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Effects of NaCl or Na₂SO₄ salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, p.607-615, 2012.

Tatagiba, S. D.; Moraes, G. A. B. K.; Nascimento, K. J. T.; Peloso, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.22, p.138-149, 2014.

Tayebi-Meigooni, A.; Awang, Y.; Biggs, A. R.; Ghasemzadeh, A. Salt-induced changes in growth and damage avoidance mechanisms of hydroponically grown chinese kale (*Brassica alboglabra* L.). *Sabkha Ecosystems*, p.99-111, 2019.

Tester, M.; Davenport, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, Oxford, v.91, p.503-527, 2003.

Trani, P. E.; Tivelli, S. W.; Blat, S. F.; Praela-Pantano, A.; Teixeira, É. P.; Araújo, H. S.; Feltran, J. C.; Passos, F. A.; Figueiredo, G. J. B.; Novo, M. C. S. S. Couve de folha: do plantio à pós-colheita. Campinas: Instituto Agrônômico, 36p, 2015.

Tzortzakis, N. G. Alleviation of salinity-induced stress in lettuce growth by potassium sulphate using nutrient film technique. *International Journal of Vegetable Science*, v.15, p.226-239, 2009.

Viana, J. S.; Palaretti, L. F.; Sousa, V. M.; Barbosa, J. A.; Bertino, A. M. P.; faria, R. T. Saline irrigation water indices affect morphophysiological characteristics of collard. *Horticultura Brasileira*, v.39, p.79-85, 2021.

Viana, P. C. Eficiência do uso de águas salobras no cultivo hidropônico da couve-folha. Cruz das Almas: UFRB, 2017. 175p. Tese Doutorado

Viana, S.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A.; Carneiro, P. T. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, p.23-30. 2004.

West, D.W. Stress physiology in trees-salinity. *Acta Horticulture*, v.175, p.322-329, 1986.

Willadino, L.; Camara, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia Biosfera*, v.6, p.1-23, 2010.

Wise, R. R.; Olson, A. J.; Schrader, S. M.; Sharkey, T. D. Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. *Plant, Cell and Environment*, v.27, p.717-724, 2004.

Zanandrea, I.; Nassi, F. L.; Turchetto, A. C.; Braga, E. J. B.; Peters, J. A.; Bacarin, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Current Agricultural Science and Technology*, v.12, p.157-161, 2006.

Zhu, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual review of plant biology*, v. 53, p. 247-273, 2002.