

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DA COUVE-FLOR EM
HIDROPONIA COM USO DE ÁGUAS SALOBRAS**

ARLY ALEF ARAUJO SANTOS

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
ABRIL – 2023**

CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DA COUVE-FLOR EM HIDROPONIA COM USO DE ÁGUAS SALOBRAS

ARLY ALEF ARAUJO SANTOS

“Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.


Orientador: Tales Miller Soares

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA


MAIO – 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**


**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE ARLY ALEF ARAUJO SANTOS**

Documento assinado digitalmente
 TALES MILER SOARES
Data: 02/06/2023 10:39:56-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Tales Miler Soares
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 LEANDRO FERREIRA DA COSTA
Data: 02/06/2023 07:10:20-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

M.Sc. Leandro Ferreira da Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Documento assinado digitalmente
 PAULO VITOR SANTA ROSA SILVA
Data: 02/06/2023 08:34:49-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

M.Sc. Paulo Vitor Santa Rosa Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
MAIO – 2023**

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	06
2 MATERIAL E MÉTODOS	07
2.1. Localização e descrição da área experimental	07
2.2. Delineamento experimental e tratamentos	08
2.3 Caracterização do sistema de cultivo	08
2.4. Condução da cultura	09
2.5. Manejo e monitoramento da solução nutritiva	10
2.6. Análises biométricas da planta	10
2.7. Análise estatística	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Crescimento vegetativo das plantas de couve-flor	12
3.2 Biometria e produção das inflorescências de couve-flor	21
4 CONCLUSÕES	23
5 REFERÊNCIAS	23

RESUMO¹

CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DA COUVE-FLOR EM HIDROPONIA COM USO DE ÁGUAS SALOBRAS

Muitas vezes poços perfurados são a única fonte de água para comunidades rurais isoladas no Semiárido brasileiro, mas frequentemente têm qualidade comprometida pela alta concentração de sais, limitando assim o uso dessas águas para irrigação de várias espécies de plantas no cultivo convencional em solo. Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o desenvolvimento vegetativo e produtivo da couve-flor em cultivo hidropônico NFT como alternativa para o uso de águas salobras. O experimento foi realizado em casa de vegetação, sendo delineado em blocos casualizados com seis repetições, sendo as plantas de couve-flor submetidas a seis níveis de condutividade elétrica da água - CEa. Os níveis de CEa adotados foram de 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m⁻¹ obtidos pela da adição de NaCl à água de abastecimento (CEa 0,3 dS m⁻¹ - controle). As águas foram utilizadas para o preparo da solução nutritiva, enquanto para a reposição do consumo hídrico das plantas foi empregada apenas água de abastecimento. A cultivar utilizada foi a 'SF1758', espaçada em 0,80 x 0,50 m entre canais hidropônicos e plantas, respectivamente. Foram avaliadas a altura de planta, comprimento e largura do limbo foliar e número de folhas aos 15, 25, 35 DAT. Na ocasião da colheita, também foram avaliados o diâmetro do caule; massa de matéria fresca das folhas e do caule; diâmetro, comprimento e massa de matéria fresca da inflorescência. A partir das medidas anteriores foram calculadas as razões DI/CI e CLF/LLF, assim como a área do limbo foliar e a massa fresca e seca da parte aérea. Entre as variáveis de crescimento analisadas exceto o NF e a razão CLF/LLF, não foram afetadas pelo incremento da CEa no momento da colheita, enquanto apenas a altura de plantas sofreu efeito da salinidade aos 35 DAT. Para as variáveis produtivas, a massa da matéria fresca da inflorescência e o diâmetro da inflorescência foram reduzidos com o acréscimo da CEa. O cultivo hidropônico de couve-flor em sistema hidropônico com águas salobras é possível, embora com redução da produção.

Palavras-chave: *Salinidade; Hortaliças Folhosas; Cultivo protegido; Cultivo Sem Solo.*

¹ Artigo formatado de acordo com as normas da ABNT NBR 6023.

ABSTRACT
GROWTH, PRODUCTION AND QUALITY OF CAULIFLOWER IN HYDROPONICS
USING BRACKISH WATER

Drilled wells are often the only source of water for isolated rural communities in the Brazilian semi-arid region, but their quality is often compromised by the high concentration of salts, thus limiting the use of these waters for irrigation of various plant species in conventional soil cultivation. Given the above, the aim of this study was to evaluate the vegetative and productive development of cauliflower in NFT hydroponic cultivation as an alternative to the use of brackish water. The experiment was carried out in a greenhouse, being designed in randomized blocks with six replications, with the cauliflower plants subjected to six levels of electrical conductivity of water - ECa. The ECa levels adopted were 1.5; 2.5; 3.5; 4.5 and 5.5 dS m⁻¹ obtained by adding NaCl to the supply water (ECa 0.3 dS m⁻¹ - control). The waters were used for the preparation of the nutrient solution, while for the replacement of the water consumption of the plants, only supply water was used. The cultivar used was 'SF1758', spaced 0.80 x 0.50 m between hydroponic channels and plants, respectively. Plant height, length and width of the leaf blade and number of leaves were evaluated at 15, 25, 35 DAT. At the time of harvest, stem diameter was also evaluated; fresh mass of leaves and stem; diameter, length and fresh mass of the inflorescence. From the previous measurements, the DI/CI and CLF/LLF ratios were calculated, as well as the area of the leaf blade and the fresh and dry mass of the aerial part. Among the growth variables analyzed, except NF and the CLF/LLF ratio, they were not affected by the increase in ECa at harvest time, while only plant height was affected by salinity at 35 DAT. For the productive variables, the fresh mass of the inflorescence and the diameter of the inflorescence were reduced with the addition of ECa. The hydroponic cultivation of cauliflower in a hydroponic system with brackish water is possible, although with reduced production.

Keywords: Salinity; Leafy Vegetables; Protected cultivation; Soilless Cultivation.

INTRODUÇÃO

No Semiárido brasileiro, as elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, alta incidência de radiação solar e ventos fortes, proporcionam uma evapotranspiração potencial de 2.000 a 3.000 mm ano⁻¹. Além desses fatores, soma-se a baixa pluviosidade, que é variável no espaço e no tempo, limitando o rendimento das culturas na agricultura de sequeiro (SILVA *et al.*, 2010). Diante desse cenário, a agricultura irrigada é uma solução para manter a produção agrícola; no entanto, tem potencial limitado, pois as reservas hídricas superficiais nos últimos anos não são suficientes para atender o setor agrícola (ARAÚJO, 2012).

Como fonte alternativa para o suprimento de água, milhares de poços profundos foram perfurados no Semiárido brasileiro, no entanto, apresentam baixas vazões e suas águas são frequentemente de baixa qualidade (com altas concentrações de sais dissolvidos), tendo aplicação agrícola limitada. No cultivo em solo o uso dessas águas deve ser feito com cautela para que não ocorram prejuízos ambientais, adotando-se práticas integradas de manejo, como acompanhamento da condutividade elétrica da solução do solo (DIAS *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2013), uso de plantas tolerantes (ARAÚJO *et al.*, 2016; VENTURA *et al.*, 2020), adoção de fração de lixiviação (CARVALHO *et al.*, 2016; LIRA *et al.*, 2018a) e adoção de sistemas de drenagem (LIMA *et al.*, 2016). Acrescenta-se ainda, o pousio da área então irrigada, práticas que os agricultores por vezes não adotam, seja por representar custos ou desconhecimento da importância e cuja não adoção pode provocar degradação, e em estágio final salinização da área.

Além dessas práticas adotadas para tornarem as áreas irrigadas com águas salobras com produtividades mais econômicas, têm-se recorrido a outras técnicas de cultivo, como a hidroponia (PAULUS *et al.*, 2012; LIRA *et al.*, 2018b). Algumas características do cultivo hidropônico mitigam o impacto dos efeitos de águas salobras sobre o ambiente e os vegetais. A ausência de substrato sólido não saturado representa a nulidade do potencial mátrico como componente do potencial total da água, o que pode representar um maior valor de potencial total quando comparado ao cultivo em solo, reduzindo o gasto energético para a absorção de água e nutrientes pelas plantas, e assim, menor efeito dos sais sobre as plantas, resultando em uma maior tolerância à salinidade em comparação ao cultivo em solo (SOARES *et al.*, 2016). Devido ser fechado, recirculante e com limitada área exposta à radiação solar (SARDARE; ADMANE, 2013; BEZERRA NETO; BARRETO, 2014),

o sistema hidropônico não permite perdas por percolação profunda, promove a redução da evaporação direta e do consumo de água comparado ao cultivo em solo (BARBOSA *et al.*, 2015), o que eleva a eficiência do uso da água das culturas e proporciona aumento da produção por volume extraído dos poços, além de menor demanda hídrica para a manutenção do metabolismo vegetal. O maior controle nutricional, da disponibilidade hídrica e do ambiente (quando associado ao ambiente protegido) podem encurtar o ciclo de produção e reduzir o período de interação das plantas com íons potencialmente tóxicos, atenuando seu efeito danoso sobre as culturas.

No Brasil, o sistema hidropônico comercial mais adotado é o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) (SILVA *et al.*, 2011). As instalações de sistemas hidropônicos requerem altos investimentos, podendo ser viabilizados com o cultivo de espécies de maior valor comercial, como a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). A couve-flor tem boa aceitabilidade nos mercados, e além da inflorescência, principal parte comercial, suas folhas também podem ser comercializadas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade da couve-flor em sistema hidropônico NFT com uso de águas salobras utilizadas no preparo da solução nutritiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e descrição da área experimental

O experimento foi realizado com a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') entre os meses de abril de 2019 e julho de 2019 (outono-inverno), em casa de vegetação (Figura 1) nas instalações da área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia (12° 40' 19" S, 39° 06' 23" O e altitude de 220 m). A casa de vegetação possuía orientação Leste-Oeste, com dimensões de 7,0 m de largura e 33 m de comprimento, pé direito de 4,0 m, coberta com filme plástico transparente (espessura de 150 µm) e tela de sombreamento (50%) nas laterais e tela termorefletora (50%) acima das plantas com uma camada de brita sobre o solo para reduzir o desenvolvimento de plantas espontâneas.



Figura 1. Visão geral do experimento com couve-flor em sistema hidropônico NFT.

2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos casualizados com seis blocos. Foram testados seis tratamentos, que representavam níveis de condutividade elétrica da água de preparo da solução nutritiva (0,3 – Controle; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m^{-1}), obtidos pela adição de NaCl à água de abastecimento local, nas seguintes concentrações: 0,0 (Controle); 0,714; 1,377; 1,888; 2,399 e 3,153 g L^{-1} , respectivamente.

2.3. Caracterização do sistema de cultivo

As parcelas experimentais foram representadas por canais de cultivo, confeccionados a partir de tubos PVC de 75 mm de 6 m de comprimento, perfurados a cada 0,50 m, possuindo um diâmetro de 50 mm. As bancadas eram formadas por cavaletes de tubo PVC de 50 mm, com dois canais por bancada, espaçados 0,80 m entre si e com declividade de 5%. O espaçamento adotado para o cultivo foi definido em 0,80 x 0,50m.

Na extremidade de cada canal hidropônico, sentido do declive, foi instalado um reservatório de 60 L, com o objetivo de armazenar a solução nutritiva. Uma eletrobomba de 32W acionada por temporizador analógico programável recalrava a solução nutritiva, por tubulação de 25 mm, ao ponto mais alto do canal, onde parte era derivada via microcubo ao canal hidropônico e o excedente retornava ao reservatório. O conteúdo derivado e não absorvido pelas plantas retornava ao reservatório por meio de conexão plástica feita de garrafa PET. A manutenção do

volume de solução nutritiva ocorreu automaticamente, por meio de um reservatório de reabastecimento situado acima do reservatório da parcela conectado a este por uma torneira-boia, de modo a manter o volume constante em 50L, sendo injetada água de abastecimento local ($CEa = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$), conforme descrito por Costa *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2021).

As eletrobombas responsáveis pelas repetições de um tratamento eram acionadas simultaneamente por um único temporizador analógico. O regime de acionamento das 06h00 às 18h00 mantinha as eletrobombas energizadas por 15min com intervalo de 15 min até o próximo evento de irrigação. Das 18h00 às 06h00, o conjunto motobomba era ativado por 15 min com intervalo de 2 horas.

2.4. Condução da cultura

Foram semeadas 2 sementes de couve-flor cv. "SF1758", Feltrin Sementes, por célula de espuma fenólica 2x2x2 cm, onde permaneceram irrigadas com água de abastecimento até o quinto dia após a semeadura (DAS), quando se realizou o desbaste, deixando apenas uma muda por célula e foram levadas para berçário dentro de ambiente protegido onde passaram a receber a solução nutritiva proposta por Furlani *et al.* (1999) diluída a 50% (1 dS m^{-1}). As plantas estiveram neste ambiente até o 28° DAS, momento em que ocorreu o transplante para o sistema definitivo e passou-se a utilizar a solução nutritiva de Furlani *et al.* (1999) (2 dS m^{-1}) com águas salobras para diluição dos sais fertilizantes, representando os diferentes tratamentos avaliados.

Copos plásticos descartáveis de 80 ml, com seu fundo removido, foram adotados para fixação inicial das plantas em suas posições no canal de cultivo. Lado a lado havia 3 plantas das cultivares 'SF1758'. Ao atingirem entre 0,25 m e 0,30m as plantas foram tutoradas com barbante amarrado a um arame acima do canal de cultivo e paralelo ao mesmo.

O controle de pragas foi realizado diariamente, por meio de vistoria e catação de lagartas, assim como capinas manuais eram feitas para manter a área livre de plantas hospedeiras de pragas e patógenos. Para prevenção de eventuais patógenos na solução nutritiva, como *Pythium* e *Fusarium*, foi realizada a injeção de peróxido de hidrogênio nos reservatórios de cada parcela ao início do experimento.

2.5. Manejo e monitoramento da solução nutritiva

O pH e a CE da solução nutritiva foram medidos duas a três vezes por semana. Adotou-se a CE da solução nutritiva do tratamento controle (CE_{sol}controle) como parâmetro para reposição nutricional das demais parcelas dentro de cada bloco. Quando esta era menor ou igual 1 dS m⁻¹, critério similar ao adotado por Lira *et al.* (2015), eram utilizados volumes proporcionais da solução estoque (concentrada 36 vezes) para elevar a CE_{sol} de cada unidade experimental a 2 dS m⁻¹. A Tabela 1 mostra a CE de cada tratamento após solução pronta, no início e fim do experimento.

Tabela 1. Valores de C.E. ao início e final do experimento para cada tratamento.

CEa	C.E.sol _{inicial}	C.E.sol _{final}
	dS m ⁻¹	
0,3 – Controle	1,94	1,62
1,5	3,24	3,07
2,5	4,10	5,54
3,5	5,04	5,33
4,5	5,92	5,95
5,5	7,01	7,46

A correção do pH foi feita segundo a medida da própria parcela com o objetivo de mantê-lo na faixa de 5,5 a 6,5. Para tanto, foi utilizado ácido sulfúrico a 20% para redução do pH.

2.6. Análises biométricas da planta

2.6.1. Crescimento vegetativo das plantas de couve-flor

Entre as três plantas de couve-flor var. 'SF1758' presentes por parcela foi selecionada a planta central para acompanhamento de seu crescimento vegetativo. De forma análoga, a sexta folha foi identificada e as variáveis de crescimento foliar foram medidas nela. Com auxílio de régua, foram realizadas medições aos 15, 25, 35 DAT e na colheita final das variáveis: altura de plantas (AP, cm); comprimento (CLF, cm) e largura do limbo foliar (LLF, cm). O número de folhas (NF) foi obtido por contagem das folhas totalmente expandidas e foi realizado com a mesma frequência que as variáveis anteriores.

A medida do CLF foi realizada em paralelo ao sentido da nervura principal, do ápice do limbo foliar até a base do pecíolo. A LLF foi medida no ponto mais largo perpendicular ao eixo principal do limbo foliar. As folhas selecionadas não apresentaram quaisquer sintomas de deficiência ou toxicidade iônica que pudessem ser atribuídos à salinidade, além de eventuais danos causados por pragas e/ou doenças. A partir das medidas de CLF e LLF foi calculada a razão CLF/LLF (CLF/LLF, adimensional) e estimada a área do limbo foliar (ALF, cm² folha⁻¹), esta última pela equação 1, proposta por Silva *et al.* (2021) para cultivar 'SF1758'.

$$ALF = -22,610 + 0,928 \times CLF \times LLF \quad (R^2 = 97,93\%) \quad (1)$$

No momento da colheita (49-65 DAT) foram avaliadas variáveis de acumulação de biomassa, sendo medidas a massa de matéria fresca de folhas (MMFF, g) e a massa de matéria fresca de caule (MMFC, g), obtidas com auxílio de balança digital. Para a obtenção da massa da matéria seca de folhas (MMSF, g) e massa de matéria seca de caule (MMSC, g), imediatamente após a pesagem das folhas e caules, o material fresco foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65°C até atingir massa constante para se quantificar a MMSF e MMSC. A massa da matéria fresca da parte aérea (MMFPA, g) e a massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA, g) foram calculadas pelo somatório da MMFF + MMFC e da MMSF + MMSC, respectivamente. Outra variável obtida na colheita foi diâmetro do caule (DC, mm) com auxílio de paquímetro digital.

2.6.2. – Crescimento, produção e qualidade visual das inflorescências da couve-flor

A colheita de inflorescência aconteceu respeitando o ponto de colheita (Figura 2) de cada planta segundo critérios comerciais das inflorescências, como compacidade e firmeza. Portanto o período de colheita foi variável e estendeu-se dos 49 aos 65 DAT. Foram medidos a massa da matéria fresca da inflorescência (MMFI, g), o diâmetro da inflorescência (DI, cm) e o comprimento da inflorescência (CI, cm). A razão DI/CI (DI/CI, adimensional) foi então calculada com base nas

medidas das duas variáveis. A MMFI foi então calculada como a média das plantas que produziram inflorescências maiores que 100 gramas.

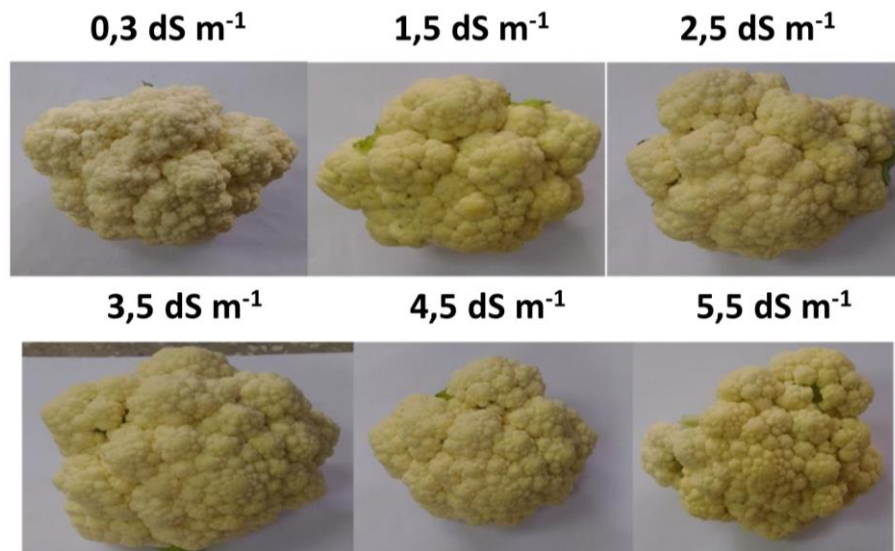


Figura 2. Inflorescências das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') submetidas a diferentes níveis de CEa de preparo da solução nutritiva em ponto de colheita.

2.7. Análise estatística

Os dados foram tabulados no Microsoft Excel e submetidos à análise de variância (ANOVA) no pacote GExpDes do software R, com posterior análise de regressão caso o fator de estudo apresentasse efeito significativo ($P \leq 0,05$) sobre a variável analisada. A seleção do modelo de regressão seguiu os critérios de sentido biológico (ajustes de primeiro ou segundo grau), alto coeficiente de determinação ($R^2 > 70\%$) bem como a significância de seus coeficientes.

Quando ajustado um modelo de regressão linear, foi calculada a variação percentual da variável resposta com relação ao acréscimo unitário da CEa, como o quociente dos coeficientes angular e linear modelo, multiplicado por 100.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento vegetativo das plantas de couve-flor

Entre as variáveis de crescimento medidas durante o ciclo da cultura, apenas a AP apresentou diferença significativa entre os níveis de CEa aos 35 DAT, enquanto no momento da colheita apenas a relação CLF/LLF não respondeu aos diferentes níveis de CEa (Tabela 2). Nos demais períodos de avaliação, 15 e 25 DAT, as

variáveis analisadas não foram afetadas pela salinidade da água de preparo das soluções nutritivas.

Tabela 2. Resumo do teste F da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para altura de plantas (AP), número de folhas (NF), comprimento (CLF) e largura do limbo foliar (LLF), relação CLF/LLF e área do limbo foliar (ALF) de plantas de couve-flor cultivadas sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água (CEa) em sistema hidropônico NFT, aos 15, 25 e 35 dias após o transplante (DAT) e na colheita em experimento outono-inverno.

Período	Fontes de variação	AP	CLF	LLF	NF	CLF/LLF	ALF
15 DAT	CEa	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Bloco	*	ns	ns	**	ns	ns
	C.V. (%)	11,54	18,08	17,09	11,94	8,14	40,74
25 DAT	CEa	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	14,41	19,86	19,78	11,87	9,23	43,75
25 DAT	CEa	**	ns	ns	ns	ns	ns
	Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	11,54	20,08	16,6	11,21	12,2	36,39
Colheita (49-64DAT)	CEa	**	*	**	**	ns	**
	Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	9,09	18,93	13,86	6,84	12,13	30,79

**, * e ns – significante a $P = 0.01$, significante a $P = 0.05$ e não significante, respectivamente, pelo teste F.

A altura de plantas aos 35 DAT e no momento da colheita apresentaram comportamento linear, havendo redução de 3,93% e 3,74% para cada aumento unitário da CEa, respectivamente. A AP estimada aos 35DAT sob o tratamento controle foi de 39,94 cm, enquanto a AP na colheita foi estimada em 52,24 cm (Figura 3)

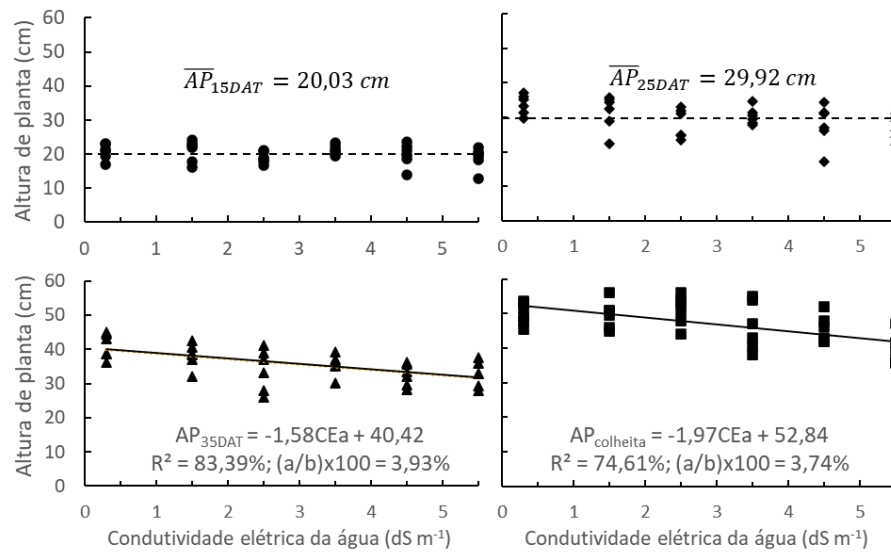


Figura 3. Altura da planta (AP) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Estudos com diferentes culturas, como couve (VIANA, 2021), trigo (ELHAKEM, 2020) e girassol (JUNIOR, 2015), verificaram o efeito negativo da salinidade sobre a altura de plantas. Soares *et al.* (2020) constataram redução de 5,0 e 9,0% da AP em sistema hidropônico NFT para cada aumento unitário da CEa., utilizando as vazões de solução nutritiva de 1,5 e 2,5 l min⁻¹, as diferenças de magnitude do efeito obtidas por tais autores e as do presente trabalho podem estar relacionadas à cultivar “Piracicaba Precoce”, utilizada em dito trabalho e que Costa *et al.* (2020) consideram moderadamente sensível, enquanto a cultivar utilizada no presente estudo, cv. “SF1758”, foi considerada moderadamente tolerante.

O comprimento e largura do limbo foliar foram afetados negativamente pelo aumento da salinidade. O CLF e a LLF ajustaram modelos lineares decrescentes (Figuras 4 e 5), com reduções de 5,66 e 5,5% para cada acréscimo unitário da CEa e estimativas ao nível controle de 34,46 cm e 23,59 cm, respectivamente.

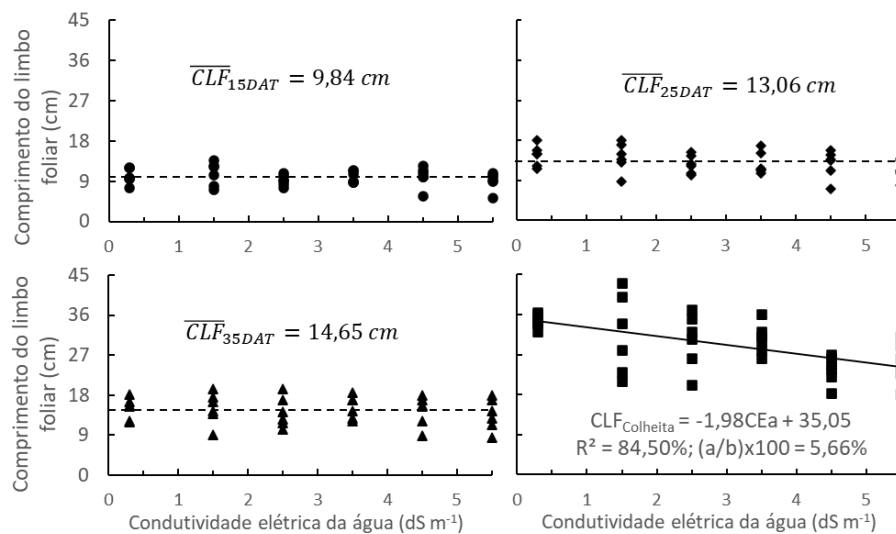


Figura 4. Comprimento da lâmina foliar (CLF) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

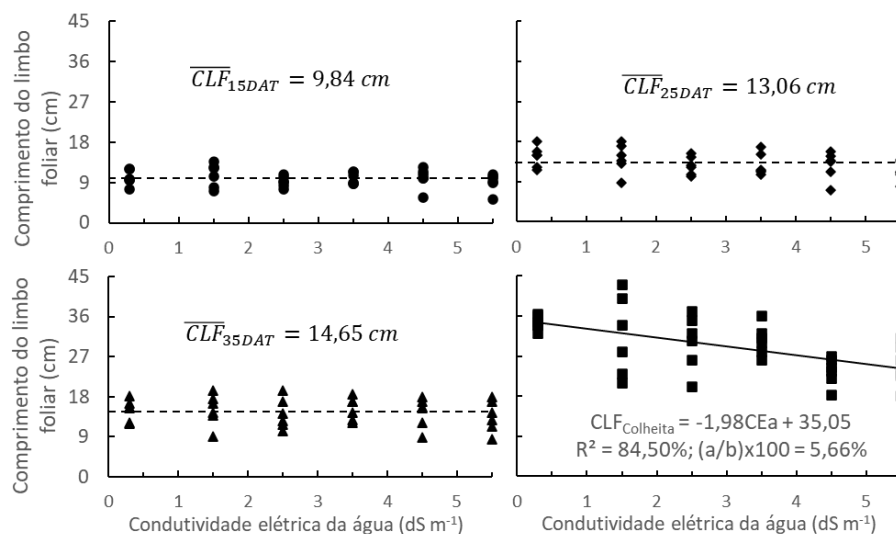


Figura 5. Largura da lâmina foliar (CLF) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Independente do período avaliado, a morfologia das folhas das plantas de couve-flor não foi afetada pela salinidade, visto pela ausência de diferença significativa na razão CLF/LLF (Figura 6). A ausência de resposta da CLF/LLF à salinidade pode ser explicada pela semelhança na redução das dimensões da folha (aproximadamente $5,25\% \pm 0,25$ para CLF e LLF), o que representa a diminuição da área foliar, porém, não a mudança da forma da folha.

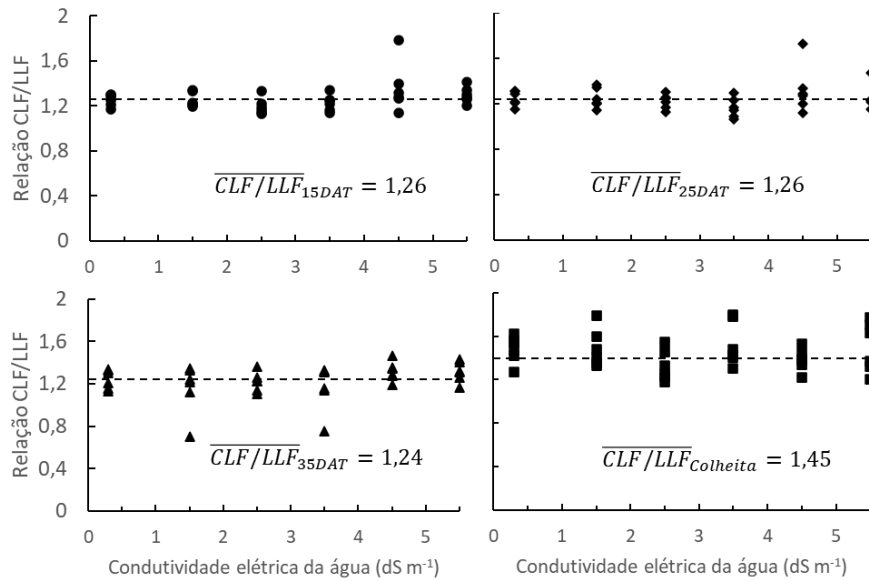


Figura 6. Comprimento da lâmina foliar (CLF) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

A análise de variância indicou efeito significativo da salinidade sobre o número de folhas (NF), entretanto os modelos ajustados pela análise de regressão apresentaram baixo coeficiente de determinação ($R^2 < 70\%$), sendo, portanto, apresentadas suas médias na Figura 7.

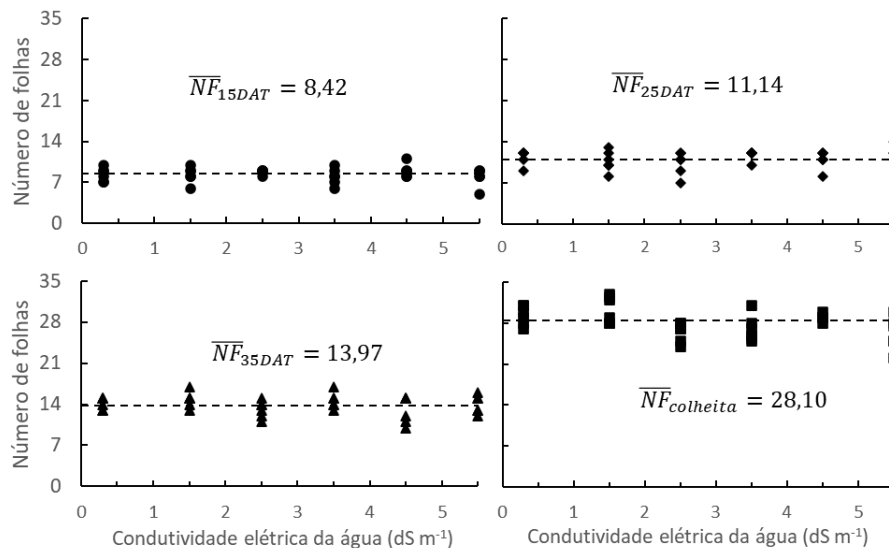


Figura 7. Número de folhas (NF) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

A área do limbo foliar no momento da colheita sofreu redução linear de 9,72% para cada aumento unitário da CEa, sendo estimada em 732,85 e 351,20 cm² nos níveis de 0,3 e 5,5 dS m⁻¹ (Figura 8). A ALF é comumente analisada em estudos de salinidade em hortaliças. De Souza Neta *et al.* (2013) reportaram reduções da ALF em rúcula com ajuste quadrático do efeito da salinidade em três diferentes tipos de substratos, com nível máximo de CEa. de 6,5 dS m⁻¹. Lira *et al* (2015) com couve chinesa registraram redução de 18,0% para cada aumento unitário da CEa.

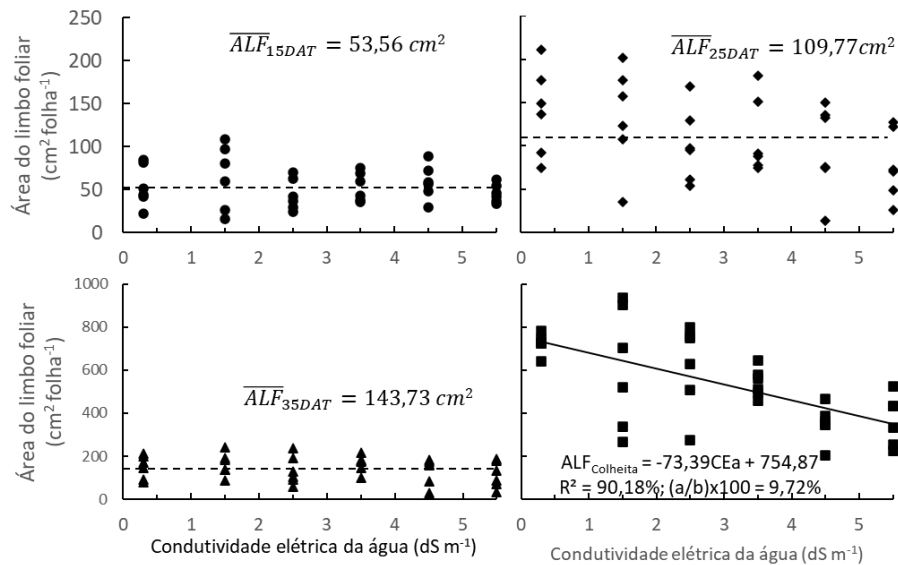


Figura 8. Área do limbo foliar (ALF) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') aos 15, 25, 35 DAT e colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Sobre o crescimento da ALF, Munns e Tester (2008) explicam que a salinidade no ambiente radicular induz na planta ajustes osmóticos para equilibrar-se com o meio. Como consequências para as folhas, há redução nas taxas de alongamento e divisão celular, que ao fim do ciclo proporcionam folhas menores e mais espessas.

Com relação à aparência das folhas, estas apresentaram nos maiores níveis de salinidade camada cerosa, aspecto coriáceo e tonalidade verde de maior intensidade. Características semelhantes foram reportadas por Paulus *et al.* (2012) em alface sob cultivo com águas salobras em sistema hidropônico NFT.

Entre às demais variáveis de crescimento vegetativo analisadas na ocasião da colheita, todas sofreram efeito pelo acréscimo da CEa ao nível de 1% de significância (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo do teste F da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para diâmetro do caule (DC), massa de matéria fresca de folhas (MMFF), massa de matéria seca de folhas (MMSF), matéria fresca do caule (MMFC), matéria seca do caule (MMSC), massa da matéria fresca da parte aérea (MMFPA), massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA) de plantas de couve-flor cultivadas sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água (CEa) em sistema hidropônico NFT em colheita no experimento outono-inverno.

Fontes de variação	DC	MMFF	MMFC	MMFPA	MMSF	MMSC	MMSPA
CEa	**	**	**	**	**	**	**
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8,89	19,08	34,32	19,63	24,79	29,76	23,07

**, * e ns – significante a $P = 0.01$, significante a $P = 0.05$ e não significante, respectivamente, pelo teste F.

O diâmetro do caule foi afetado negativamente pelo incremento da salinidade. Houve redução de 4,31% para cada aumento unitário da CEa, sendo o DC ao nível controle estimado em 18,12 mm (Figura 9). Relatos do efeito prejudicial da salinidade ao DC também são encontrados na literatura em outras culturas como em girassol (JUNIOR, 2015), Costa *et al.* (2020), trabalhando com três cultivares de couve-flor (“Piracicaba de verão”, “SF1758” e “Sabrina”), verificaram diminuição de 3,75% a cada unidade acrescida na salinidade (dS m^{-1}). Segundo Viana *et al.* (2021), caules com diâmetros reduzidos tendem a dobrar-se e assim reduzir o acúmulo de fotossintetizados.

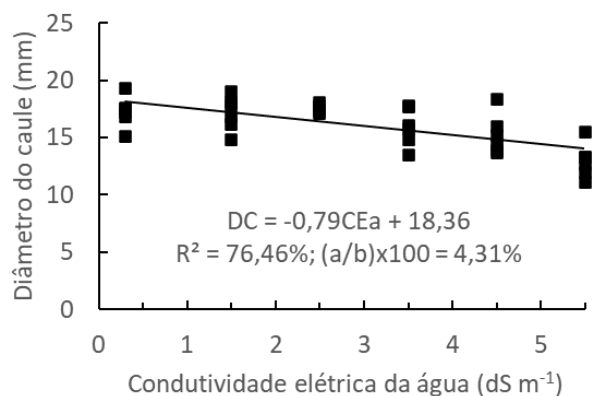


Figura 9. Diâmetro do caule (DC) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. ‘SF1758’) na colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

O incremento da CEa provocou a redução da MMFF (Figura 10), segundo a relação quadrática, que foi máxima no nível estimado de $1,62 \text{ dS m}^{-1}$, com $910,09$

gramas. As variáveis MMFC e MMFPA (Figura 10) também sofreram decréscimos devido ao aumento da CEa, embora de forma linear, havendo redução de 10,74% e 8,01% para cada aumento unitário da salinidade da água, respectivamente.

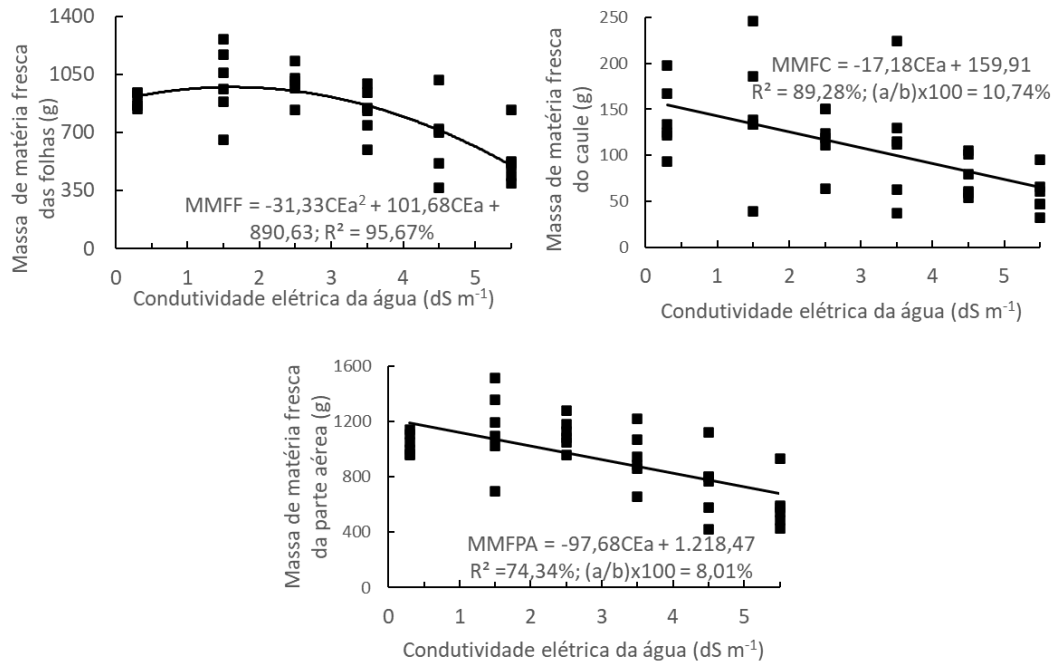


Figura 10. Matéria fresca das folhas (MMFF), matéria fresca do caule (MMFC) e massa da matéria fresca da parte aérea (MMFPA) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') na colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Reduções da massa fresca são verificadas em outras culturas, sendo apresentadas diferentes magnitudes em função da tolerância de cada espécie ao estresse salino. Com couve-chinesa e agrião, Lira *et al.* (2018c) reportaram reduções de 6,3 e 7,0% por acréscimo unitário da CEa na MMFPA, respectivamente.

A massa da matéria seca de folhas e caule da couve-flor reduziram linearmente com a elevação da CEa (Figura 4b e 4d), com redução percentual por acréscimo de unitário de CEa para a MMSF de 7,67% e para a MMSC de 9,96%. A MMSPA (Figura 11) é dependente da matéria seca acumulada por folhas e caule, assim também ocorreu a redução da MMSPA na ordem de 5,6% para cada aumento unitário da CEa.

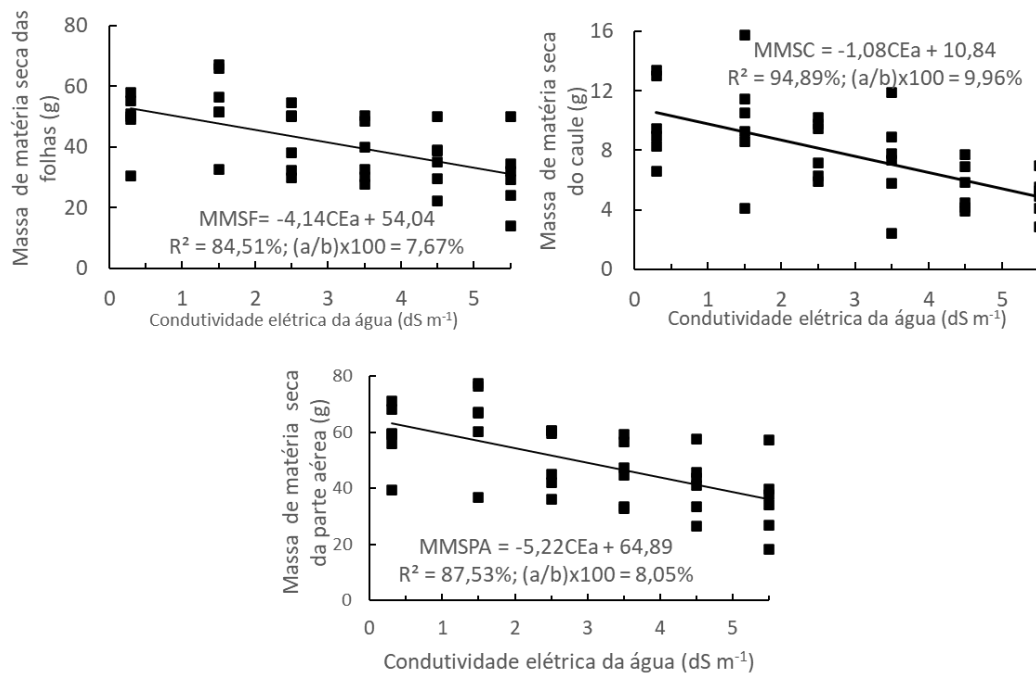


Figura 11. Massa de matéria seca de folhas (MMSF), massa da matéria seca do caule (MMSC) e massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA) das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') na colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Tal redução na MMSPA pelo estresse salino está de acordo com outros estudos, a exemplo de Soares *et al.* (2020), que reportaram redução na MMSPA da couve-flor de 7,04% e 10,42 % por acréscimo unitário da CEa, respectivamente, com as vazões da solução nutritiva de 1,5 e 2,5 L min⁻¹, utilizando-se águas salobras (1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m⁻¹) na reposição hídrica das plantas em hidroponia NFT. Redução maior foi observada por Lira *et al.* (2018c) com couve chinesa (*Brassica pekinensis*), da ordem de 7,9% por unidade de CEa.

A redução da MMSPA pode ter sido causada devido aumento da pressão osmótica do meio radicular, gerada pela maior disponibilidade de sais, assim ainda que havendo água disponível na solução nutritiva as plantas apresentaram dificuldade em absorvê-la, tal possibilidade também foi apontada por Soares *et al.* (2020) ao trabalhar com couve-flor em sistema hidropônico NFT, com águas salobras e diferentes vazões de aplicação.

3.2. Biometria e produção das inflorescências de couve-flor

Quanto as variáveis produtivas, a massa da matéria fresca da inflorescência e o diâmetro da inflorescência foram afetadas significativamente pelos diferentes níveis de CEa ao nível de 1% de significância (Tabela 4). As demais variáveis, comprimento da inflorescência e razão DI/CI, não apresentaram diferenças estatisticamente relevantes.

Tabela 4. Resumo do teste F da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para massa da matéria fresca da inflorescência (MMFI), diâmetro da inflorescência (DI), comprimento da inflorescência (CI) e razão DI/CI de couve-flor cultivada sob diferentes níveis de condutividade elétrica de água (CEa) em sistema hidropônico NFT.

Fontes de variação	MMFI	DI	CI	DI/CI
CEa	**	**	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14,62	4,53	6,39	6,14

** , * e ns – significante a $P = 0.01$, significante a $P = 0.05$ e não significante, respectivamente, pelo teste F.

A massa fresca de inflorescência sofreu redução de 5,64% para cada acréscimo unitário da CEa. O valor estimado da MFPI sob o tratamento controle (CEa $0,3 \text{ dS m}^{-1}$) foi de 502,49 g (Figura 4a). Quanto ao diâmetro da inflorescência o comportamento foi semelhante, a salinidade provocou efeito redutor no DI, sendo estimado no nível controle em 15,71 cm com redução de 2,13% para cada aumento unitário da CEa (Figura 12).

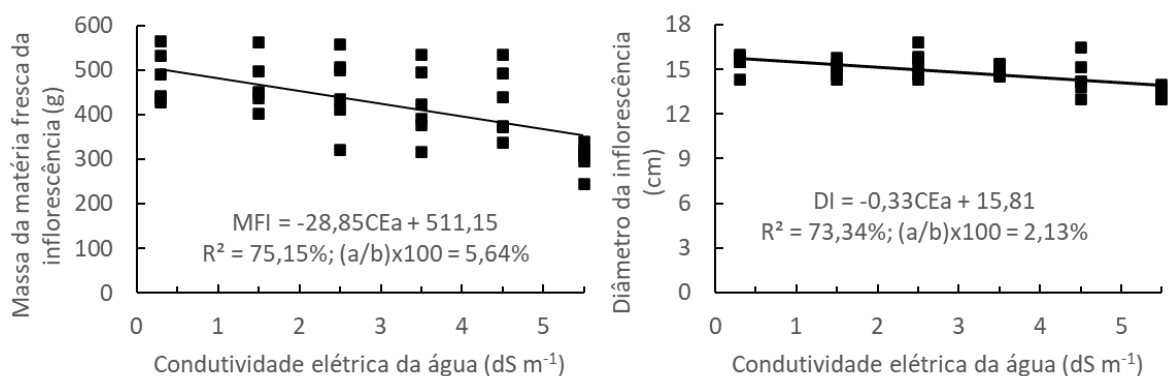


Figura 12. Massa da matéria fresca da inflorescência (MMFI) e diâmetro da inflorescência (DI) de plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') na colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Efeitos similares aos encontrados neste trabalho são reportados em outras espécies de brássicas e cultivares de couve-flor. Giuffrida *et al* (2013) testaram em sistema semi-hidropônico (substrato areia); 0, 20 e 40 mM L⁻¹ de NaCl, equivalente a 1,1692 e 2,3384 g L⁻¹, para obtenção das águas de preparo da solução nutritiva, em brócolis (var. steel) e couve-flor (var. conero). Foram verificadas reduções significativas nos valores de MMFI e DI para brócolis ao nível de 40 mM L⁻¹ comparadas ao controle, da ordem de 17,8 e 20,7% respectivamente. Quanto à couve-flor, esta apresentou reduções na MMFI de 34,2% e no de 14,8% no DI ao nível de 40 mM L⁻¹ de NaCl.

A relação DI/CI exprime a forma da inflorescência e sua esfericidade, neste trabalho não houve efeito da salinidade sobre essa variável (Figura13), assim como sobre seu componente CI, o que demonstra a não deformação da inflorescência, mantendo seu aspecto comercial, semelhante ao que reportaram Giuffrida *et al* (2013), que apesar das diferenças no DI sob estresse salino, não detectara efeito da salinidade sobre a relação DI/CI.

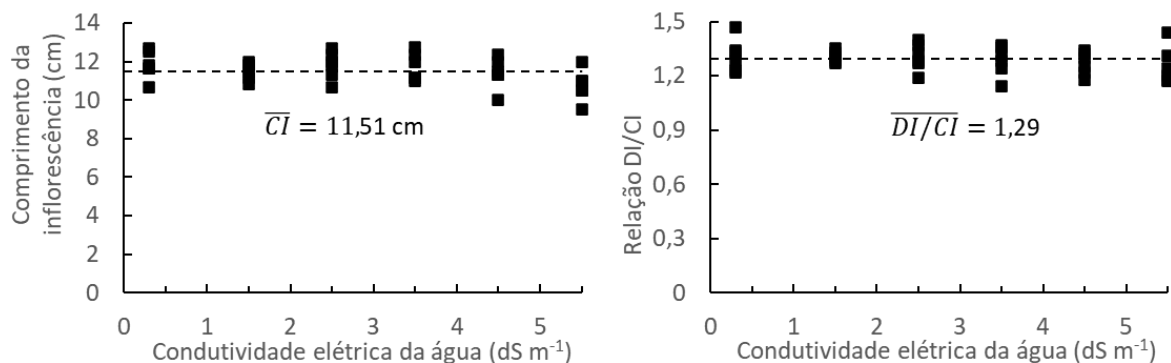


Figura 13. Comprimento da inflorescência (CI) e razão DI/CI das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* cv. 'SF1758') na colheita em função dos níveis de CEa de preparo da solução nutritiva.

Segundo a classificação comercial adotada por CEAGESP (2000), as inflorescências produzidas nos níveis de salinidade mais baixos, 0,3 e 1,5 dS m⁻¹, são classificadas na classe 4 (Tabela 5), segundo o DI estimado pelo modelo de regressão ajustado e apresentado na Figura 1. As inflorescências produzidas nos demais níveis de CEa são classificadas na classe 3, que possui diâmetro inferior à da classe 4. Inflorescências maiores não são necessariamente a preferência de compra pelos consumidores, mas representam maior valor pago ao produtor na

modalidade de venda por quilograma, frequente em supermercados, como dito por Costa *et al.*, 2020.

Tabela 5. Tabela de classificação de inflorescências de couve-flor adaptada de CEAGESP (2000).

CEa (dS m ⁻¹)	DI estimado	Classe	DI de referência
0,3	15,71	4	15≤DI<17
1,5	15,30	4	15≤DI<17
2,5	14,98	3	13≤DI<15
3,5	14,63	3	13≤DI<15
4,5	14,29	3	13≤DI<15
5,5	13,95	3	13≤DI<15

4. CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água de preparo da solução nutritiva até 5,5 dS m⁻¹ reduz o crescimento das plantas de couve-flor cv. “SF1758” na maioria das variáveis analisadas.

A salinidade reduz o tamanho e a massa das inflorescências produzidas, porém não afeta sua forma característica e mantém-se comercialmente adequadas. As folhas reduzem seu tamanho e massa de matéria fresca, mas mantem-se adequadas comercialmente como produção secundária, sobretudo nos menores níveis de CEa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E.P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 462-471, 15 abr. 2016.
- ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. (Eds.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. 1. ed. Campina Grande & Cruz das Almas: Instituto Nacional do Semiárido & Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 30–43.
- BARBOSA, G. L.; GADELHA, F. D. A.; KUBLIK, N.; PROCTOR, A.; REICHEL, L.; WEISSINGER, E.; WOHLLEB, G. M.; HALDEN, R. U. Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. Conventional

agricultural methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 6, p. 6879–6891, 2015.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 9, n. 1, p. 107-137, 2012.

CARVALHO, J. F.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Production components of *Vigna unguiculata* (L. Walp) irrigated with brackish water under different leaching fractions. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 966–975, 2016.

CEAGESP. **Normas de identidade, padronização e classificação da couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) para o programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros**. Disponível em: <

http://minas1.ceasa.mg.gov.br/ceasainternet/_lib/file/docagroqcartilhas/COUVE-FLOR.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

COSTA, L. F.; SOARES, T. M.; SILVA, M. G.; MODESTO, F. J. N.; QUEIROZ, L. A.; PEREIRA, J. S. Cauliflower growth and yield in a hydroponic system with brackish water. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 1060-1070, 2020.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 496–504, 2005.

ELHAKEM, A. H. Growth, water relations, and photosynthetic activity are associated with evaluating salinity stress tolerance of wheat cultivars. **International Journal of Agronomy**, v. 2020, p. 1-9, 2020.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Instituto Agronômico (Boletim Técnico, 180), Campinas, 1999. 52p.

GIUFFRIDA, F.; GANGI, G.; GIURATO, R.; LEONARDI, C. Effects of NaCl salinity on yield, quality and mineral composition of broccoli and cauliflower. In: **VI International Symposium on Brassicas and XVIII Crucifer Genetics Workshop 1005**. p. 531-538. 2012.

JÚNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; GUEDES FILHO, D. H. Crescimento do girassol em sistema hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 233-247, 2015.

LIMA, V. L. A.; FARIAS, M. S. S.; JÚNIOR, J. C. F. B. Drenagem agrícola no manejo dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016.

LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; SANTOS, A. N.; 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.; GORDIN, L. C.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; DANTAS, D. C.; MORAIS, J. E. F. Leaching of cations in soil cultivated with sugarcane subjected to saline irrigation and leaching fractions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 616–621, 2018a.

LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; SOARES, H. R.; WILLADINO, L. G. Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 13–19, 2018b.

- LIRA, R. M. ; SILVA, E. F. F.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; ANDRADE, G. R. Activity of antioxidative enzymes in watercress and Chinese cabbage plants grown under hydroponic system with brackish water. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 205–210, 2018c.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; SILVA, R. C. P.; LIMA, C. J. G. Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1152–1159, 2013.
- 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, n. 1, p. 110–117, 2012.
- SANTOS, A. L.; COVA, A. M. W.; SILVA, M. G.; SANTOS, A. A. A.; PEREIRA, J. S.; GHEYI, H. R. Crescimento e conteúdo de solutos orgânicos em couve-flor cultivada com água salobra em sistema hidropônico. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 10, p. 38-50, 2021.
- SARDARE, MAMTA D.; ADMANE, SHRADDHA V. A review on plant without soil-hydroponics. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, v. 2, n. 3, p. 299-304, 2013.
- 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, n. 1, p. 147–155, 2011.
- SILVA, M. G.; COSTA, L. F.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; SANTOS, A. A. A.; SILVA, M. V. Calibration and validation of regression models for individual leaf area estimation of cauliflower grown in a hydroponic system. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 10, p. 1-14, 2021.
- SILVA, P. C. G. MOURA, M. S. B.; KIIL, L. H. P.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 18–48.
- SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; CRUZ, A. F. S.; SANTOS JUNIOR, 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.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; OLIVEIRA, J.L. B. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 373– 393.
- SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 154-161, 2013.
- VENTURA, K. M.; ALVES, D. A. S.; GRASSI FILHO, H.; ROMAN, R. M. S. Tolerância de híbridos de pepino à níveis de salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 6, p. 3783-3791, 2019.

VIANA, J. S.; PALARETTI, L. F.; SOUSA, V. M.; BARBOSA, J. A.; BERTINO, A. M. P.; FARIA, R. T.; DALRI, A. B. Saline irrigation water indices affect morphophysiological characteristics of collard. **Horticultura Brasileira**, v. 39, p. 79-85, 2021.