



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

MÁRIO JONAS VERAS COSTA

**ESTRESSE SALINO EM PAK CHOI (*Brassica campestris* var. *chinensis*)
CULTIVADO EM DIFERENTES SISTEMAS HIDROPÔNICOS**

MOSSORÓ

2022

MÁRIO JONAS VERAS COSTA

**ESTRESSE SALINO EM PAK CHOI (*Brassica campestris* var. *chinensis*)
CULTIVADO EM DIFERENTES SISTEMAS HIDROPÔNICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

MOSSORÓ

2022

© 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.

C837e Costa, Mário Jonas Veras .
ESTRESSE SALINO EM PAK CHOI (Brassica
campestris var. chinensis) CULTIVADO EM
DIFERENTES SISTEMAS HIDROPÔNICOS / Mário Jonas
Veras Costa. - 2022.
40 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Coorientadora: Mychelle Karla Teixeira de
Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. Cultivo protegido. 2. Cultivo sem solo. 3.
Hidroponia. 4. Condutividade elétrica. 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(a) 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.

MÁRIO JONAS VERAS COSTA

**ESTRESSE SALINO EM PAK CHOI (*Brassica campestris* var. *chinensis*)
CULTIVADO EM DIFERENTES SISTEMAS HIDROPÔNICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Defendida em: 28 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

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

Ronimeire Torres da Silva, Profa. Dra. (UESPI)
Membro Examinador

Helena Maria de Moraes Neta Góis, MSc. (UFERSA)
Membro Examinador

Jacques Carvalho Ribeiro Filho, MSc. (EMATERCE)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar os agradecimentos de forma diferente, primeiramente gostaria de agradecer à Deus que me direcionou até aqui. Toda honra e toda glória sejam dadas a Ele.

Aos meus pais Maria Lúcia e João Costa, minhas irmãs Luana e Luanicia, bem como minha família e cunhados, eles foram minha base para chegar nesse momento tão especial. Eles proporcionaram todo o apoio necessário para eu continuar na caminhada e não desistir ao longo da jornada.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação, em especial ao meu orientador: Francisco de Assis de Oliveira, vulgo Thikão, que sempre esteve comigo desde o início do curso, contribuindo de maneira gigantesca na minha formação acadêmica.

Deixo os meus agradecimentos aqui também para os meus colegas da turma 2017.1 de Agronomia, em especial os que se fizeram mais presentes ao longo do curso, são eles: Abner Reurisson, Luan Gabriel, Antônio Sávio, Edilson Alves, Drauzio Araújo, Lucas Alves.

À minha querida namorada Maria Oliveira, que sempre esteve ao meu lado, apoiando minhas decisões, nunca soltando minha mão.

Aos meus colegas de residência estudantil: Matias Dantas (Pão), Geremias Alves (Peixe), Felipe Pinto (Mudo), Eduardo Alves (Borrego), Elmo Júnior (Biro), Andesson Micael (Fogo), Mateus Ribeiro (Piranha), Everardo Sousa (Sumiço) e Walber. Passamos por momentos bons e difíceis ao longo de cinco anos, sempre pautado no companheiro.

Ao grupo Irriganutri e todos os agregados do grupo. Especialmente ao servidor Sérgio e minha amiga Carla Jamile (CJ), os quais ajudaram muito no desenvolvimento das pesquisas e aprendizagem.

Por fim, agradecer aos meus colegas do residencial Terezinha Dantas: Marcos Assunção (Lord), Otacílio Alexandre, Robert Ryan (Bebetinho), Daniel Sales, Roalyson Gomes e Mateus Vasconcelos.

O sucesso é a soma de pequenos esforços
repetidos dia após dia.

Robert Collier

RESUMO

O pak choi (*Brassica campestris* var. *chinensis*) é uma hortaliça folhosa rica em compostos fenólicos, vitaminas, fibras, açúcares solúveis, minerais, gordura e carotenoides benéficos à saúde. Por ser cultivado predominantemente nos continentes europeu e asiático, existe poucas informações sobre o cultivo de pak choi na literatura brasileira. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a produção e a qualidade de pak choi cultivado em sistemas hidropônicos utilizando soluções nutritivas de diferentes condutividades elétricas. Para isto, o experimento foi instalado em casa de vegetação localizada no setor experimental do DCAF, da UFERSA, em Mossoró-RN, seguindo o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois sistemas hidropônicos (S1 – NFT; S2 – Semi-hidropônico) e cinco condutividades elétricas das soluções nutritivas (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹), com três repetições. No sistema NFT, cada parcela foi representada por um perfil hidropônico com 2,0 m de comprimento, contendo sete plantas espaçadas em 0,25 m. No sistema semi-hidropônico a unidade experimental foi representada por uma bandeja plástica com capacidade para 20 dm³, contendo quatro plantas cada. As plantas foram colhidas aos 35 dias após o transplantio, e avaliadas quanto as seguintes variáveis: Altura de planta, número de folhas, diâmetro do caule, área foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, suculência foliar, área foliar específica, firmeza do pecíolo, pH do suco, sólidos solúveis e coloração (a, b, L, c, °h). As variáveis de crescimento e qualidade foram afetadas pela interação entre os fatores CEs e sistemas hidropônicos. O sistema semi-hidropônico proporcionou o maior desenvolvimento das plantas, sendo com 11,96 mm diâmetro de caule, 374,43 g massa fresca da parte aérea, 16,44 g massa seca da parte aérea e 2621,29 cm² planta⁻¹ área foliar, nas CEs 3,49; 4,10; 3,93 e 4,03 dS m⁻¹, respectivamente. Soluções nutritivas mais concentradas reduz as variáveis de qualidade. A qualidade visual do pak choi não é afetada pelo sistema de cultivo nem pela solução nutritiva. O sistema semi-hidropônico proporcionou maior tolerância à salinidade. As plantas cultivadas no sistema NFT apresentaram menor exigência nutricional para atingir o máximo crescimento.

Palavras-chave: Cultivo protegido. Cultivo sem solo. Hidroponia. Condutividade elétrica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Localização do experimento (A) e casa de vegetação onde foi conduzido o experimento (B). Mossoró-RN, 2022.....	13
Figura 2	–	Vista geral do sistema NFT.....	15
Figura 3	–	Monitoramento da CE (A) e do pH (B) das soluções nutritivas.....	16
Figura 4	–	Vista geral do sistema Semi-hidropônico	17
Figura 5	–	Diâmetro da copa de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas (A) em dois sistemas hidropônicos (B)	22
Figura 6	–	Número de folhas de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas (A) em dois sistemas hidropônicos (B).....	22
Figura 7	–	Massa fresca de <u>pak</u> choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	23
Figura 8	–	Massa seca de <u>pak</u> choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	24
Figura 9	–	Área foliar de <u>pak</u> choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	25
Figura 10	–	Suculência foliar (A e B) e área foliar específica (C e D) de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	26
Figura 11	–	Firmeza do pecíolo de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	27
Figura 12	–	Sólidos solúveis de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	28
Figura 13	–	Potencial hidrogeniônico em folhas de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos.....	29
Figura 14	–	Vista geral das plantas após a colheita.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro de copa (DCopa), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), suculência foliar (SUCF) e área foliar específica (AFE) em pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas.....	21
Tabela 2	–	Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS) e pH do suco de pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas.....	27
Tabela 3	–	Resumo da análise de variância e valores médios para os parâmetros de cor das folhas de pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Localização da área experimental	13
2.2 Delineamento experimental e tratamentos	13
2.2.1 Sistema NFT	14
2.2.2 Sistema Semi-Hidropônico	16
2.3 Variáveis analisadas	17
2.4 Análise estatística	20
3 RESULTADOS	21
3.1 Crescimento e produção	21
3.2 Qualidade pós-colheita	26
3.3 Coloração das folhas	30
4 DISCUSSÃO	32
4.1 Crescimento e produção	32
4.2 Qualidade pós-colheita	34
4.3 Coloração das folhas	35
5 CONCLUSÃO.....	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

A produção nacional de hortaliças folhosas é de 575,5 mil toneladas, sendo o estado de São Paulo, o principal produtor dessa hortaliça (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUIT, 2018). O setor hortícola brasileiro representa grande importância econômica e social, especialmente para os pequenos agricultores, uma vez que a produção de olerícolas se diferencia de outras culturas, por não ter a necessidade de grandes áreas para sua produção (SEAB, 2012).

O pak choi (*Brassica campestris* var. *chinensis*), pertencente à família Brassicaceae, também conhecido como repolho branco chinês, é uma espécie de folhas verde-claras ou escuras que forma um tipo de roseta, com pecíolos suculentos de coloração verde-claros ou brancos. É uma hortaliça bianual em que a temperatura ótima de crescimento varia de 15 a 20°C; o florescimento depende de mecanismos de vernalização, ocorrendo riscos de florescimento prematuro nos cultivos de outono e inverno. Apresenta as folhas eretas com mais ou menos 25 cm de comprimento, de coloração verde-clara a escura. As folhas são oblongas, de bordas lisas e com nervuras brancas proeminentes. Os pecíolos são grossos, brancos e carnosos (MAROTO, 1995).

É uma hortaliça rica em compostos fenólicos, vitaminas, fibras, açúcares solúveis, minerais, gordura e carotenoides que estão incluídos na dieta humana (JAHANGIR et al., 2009). Amplamente cultivada em países asiáticos, como China, Coreia, Taiwan e Japão, seu consumo tem se expandido para países não orientais (HARBAUM, 2007).

O pak choi é classificado como moderadamente sensível à salinidade, apresentando limiar de 3,0 dS m⁻¹, ocorrendo redução relativa no rendimento na ordem de 4%, por aumento unitário da condutividade elétrica (SHANNON; GRIEVE, 1999). Niu et al. (2018) classificaram o pak choi como relativamente tolerante à salinidade, tolerando salinidade até 3,2 dS m⁻¹ em cultivo hidropônico NFT. Fatemi et al. (2020) não observaram redução na biomassa de pak choi em solução nutritiva com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹.

Na literatura nacional não existem indicação de solução nutritiva para a cultura do pak choi, assim como para outras hortaliças da mesma família botânica, de forma que na maioria das pesquisas desenvolvidas no Brasil, utilizando hidroponia, é adotada solução nutritiva recomendada para as folhosas, especialmente da alface (FURLANI et al., 1999), a exemplos de estudos com couve folha (NOBOA et al., 2019) e couve chinesa (LIRA et al., 2019).

No entanto, pesquisas realizadas com outras espécies, utilizando como padrão a mesma solução nutritiva recomendada por Furlani et al. (1999), demonstram que existe grande variabilidade nas respostas das culturas ao aumento da disponibilidade de nutrientes na solução nutritiva, variando principalmente em função da espécie, do sistema de cultivo e da solução de referência utilizada (LACERDA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016)

Por ser cultivado predominantemente nos continentes europeu e asiático, existe poucas informações sobre o cultivo de pak Choi na literatura brasileira, tendo em vista que essa hortaliça é pouco produzida. Assim, adoção de uma solução nutritiva contendo a concentração de nutrientes, indicada para outras culturas, deve ser realizada com cautela, pois solução nutritiva com baixa concentração de nutrientes combinadas com condições ambientais de reduzida demanda evaporativa da atmosfera diminuem tanto o teor de massa seca como a qualidade da produção. Por outro lado, a elevada concentração da solução nutritiva dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento e a produtividade (ANDRIOLO et al., 2009).

Nos últimos anos, tem-se buscado tecnologias visando tornar o uso da água mais eficiente, como a hidroponia. Nesse sistema de cultivo, as perdas de água são mínimas em relação ao cultivo convencional (SILVA et al., 2016).

De acordo com Santos (2009), os cultivos hidropônicos apresentam muitas vantagens, tanto para o consumidor, produtor, como para o meio ambiente. Dentre as vantagens deste sistema de cultivo, destacam-se a obtenção de hortaliças de alta qualidade nutritiva, sendo estas produzidas com ausência ou uso reduzido de defensivos, encurtamento do ciclo de produção, maior produtividade, maior uniformidade, aproveitamento e durabilidade das hortaliças, menor gasto de água e de insumos agrícolas.

A adoção dessa técnica tem contribuído para a preservação do solo, bem como para a conservação dos mananciais de água. O uso desse sistema, também permite a utilização de águas de qualidade inferior, mediante o aumento na tolerância das culturas a salinidade, uma vez que este ameniza o efeito deletério do estresse salino sobre as plantas (OLIVEIRA et al., 2018; DINIZ et al., 2019).

No Brasil, predomina o sistema de produção NFT (em português, fluxo laminar de nutrientes), que é usado por (grande número) ou cerca de 90% dos produtores hidropônicos, sendo o mais indicado para o cultivo de folhosas como alface, rúcula, agrião, espinafre, coentro e salsa (MORAES; FURLANI, 1999; GENÚNCIO et al., 2017).

Recentemente, o cultivo em substrato vem sendo adotado por vários pesquisadores na produção de hortaliças folhosas (OLIVEIRA et al., 2018; CORDEIRO et al., 2019;

GUIMARÃES et al., 2020). Este sistema tem apresentado vantagens em relação ao NFT, com destaque para uma redução no tempo de irrigação, uma vez que o substrato mantém umidade do meio radicular por mais tempo, ocasionando assim menor consumo de energia, podendo proporcionar economia de até 92% (ANDRIOLO et al., 2004). Além de proporcionar maior economia de energia, o cultivo em substrato também proporciona maior segurança no tocante a eventuais problemas no fornecimento de energia, tendo em vista que o volume de substrato utilizado e a alta capacidade de retenção de água no substrato possibilita maior intervalo de irrigação (ANDRIOLO et al., 2004).

No entanto, na literatura brasileira são escassos estudos comparativos sobre desempenho desses sistemas no cultivo de hortaliças folhosas. Desse modo, considerando que o pak choi ainda é uma cultura pouco estudada no Brasil, e da importância do uso de água residuária na produção de alimentos, surge a necessidade do desenvolvimento de estudo nesta temática

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a produção e a qualidade de pak choi cultivado em sistemas hidropônicos utilizando soluções nutritivas de diferentes condutividades elétricas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida durante um período de dois meses, de Julho a Agosto de 2022, em ambiente protegido (casa de vegetação) localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), no campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, (UFERSA) em Mossoró, RN (5° 11' S; 37° 20' O e 18 m de altitude) (Figuras 1A e 1B).

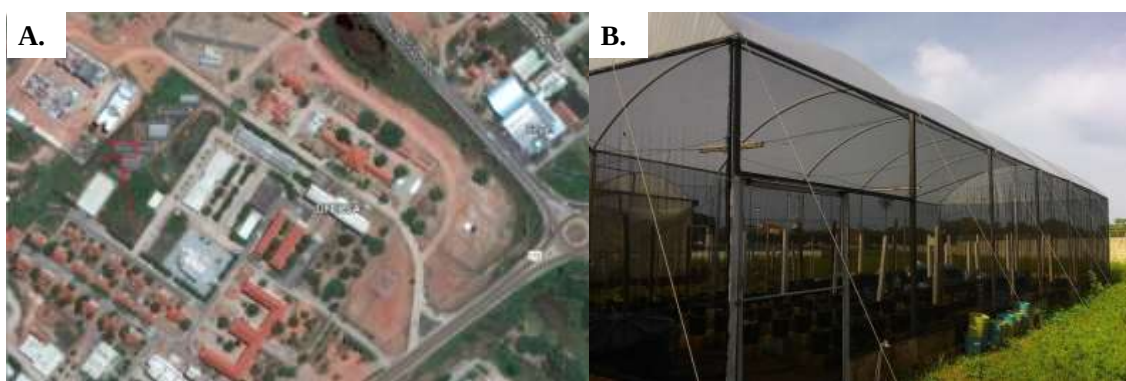


Figura 1 - Localização do experimento (A) e casa de vegetação onde foi conduzido o experimento (B). Mossoró-RN, 2022.

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois sistemas hidropônicos (S1 – NFT, Nutrient Film Technique; S2 – Semi-hidropônico, cultivo em substrato) e cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹), com três repetições. No sistema NFT, cada parcela foi representada por um perfil hidropônico com 2,0 m de comprimento, contendo sete plantas espaçados em 0,25 m. No sistema semi-hidropônico a unidade experimental foi representada por uma bandeja plástica com capacidade para 20 dm³, contendo quatro plantas cada.

Todas as soluções nutritivas foram preparadas utilizando como referência a recomendação de Furlani et al. (1999), para os macronutrientes, no cultivo hidropônico de hortaliças folhosas, apresentando as seguintes concentrações de fertilizantes, em g 1000 L⁻¹: 750 de nitrato de cálcio; 500 de nitrato de potássio; 150 de fosfato monoamônio; 400 de sulfato de magnésio. Para as micronutrientes foram utilizados produtos comerciais Dripsol

Micro Rexene Equilíbrio (magnésio, 1,1%; boro, 0,85%; cobre (Cu-EDTA), 0,5%; ferro (Fe-EDTA), 3,4 %; manganês (Mn-EDTA), 3,2%; molibdênio, 0,05%; zinco, 4,2%) e Dripsol Micro Ferro Q48 (Quelato de ferro Q48 EDDHA 6%, Dripsol SQM Vitas®). Para ambos (Dripsol Micro Rexene Equilíbrio e Dripsol Micro Ferro Q48) se utilizou a dosagem de 30 g 1000 L⁻¹ para a solução nutritiva padrão (100%).

A água utilizada no preparo das soluções nutritivas foi coletada no sistema de abastecimento do Campus da UFRSA, cujas análises físico-químicas determinaram as seguintes características: pH = 7,30, 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). Para o ajuste do pH das soluções nutritivas, entre 5,5 a 6,5, foi aplicado soluções 0,1 mol L⁻¹ de HCl.

O plantio foi realizado a partir de mudas produzidas em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 200 células, sendo utilizado substrato de fibra de coco (Golden Mix®, Amafibra), semeando-se 5 sementes por célula. Aos 5 dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando em cada célula a plântula mais vigorosa.

Após semeadura as bandejas foram irrigadas com água potável utilizando um regador de crivo fino até realizar o desbaste. Em seguida as mudas foram fertirrigadas diariamente utilizando solução nutritiva (FURLANI et al., 1999) diluída em 50%. Quando as mudas apresentarem cerca de 4 a 5 folhas definitivas (35 dias após a semeadura, DAS) foram transplantadas.

2.2.1 Sistema NFT

As bancadas do sistema NFT foram construídas com instalação utilizando traves de madeira serrada, com altura de 1,0 m da superfície do solo na parte mais alta e 0,9 m na parte mais baixa, com inclinação de 5%. Utilizou-se o espaçamento de 0,20 m entre os perfis e 0,25 m entre plantas no perfil. Entre as bancadas foi deixado um corredor de 0,6 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade (Figura 2).



Figura 2. Vista geral do sistema NFT

A parcela experimental foi representada por um perfil hidropônico com 2,0 m de comprimento, contendo sete plantas espaçados em 0,25 m, num total de sete planta por perfil. Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema de bombeamento independente, contendo uma eletrobomba para recalque da solução nutritiva de um reservatório inferior (60 L) até os perfis, distribuindo-a através de microtubos de 5 mm.

As soluções nutritivas foram monitoradas diariamente, repondo o volume de água consumido e fazendo os ajustes das soluções nutritivas quando foi detectada redução de 10% das condutividades elétricas iniciais, utilizando soluções nutritivas (A e B) concentradas (500%). As soluções concentradas foram preparadas em recipientes com capacidade para 60 L. A solução A continha nitrato de cálcio (3750 g), Dripsol Micro Rexene Equilíbrio (150 g) e Dripsol Micro Ferro Q48 (150 g). A solução B continha nitrato de potássio (2500 g), sulfato de magnésio (2000 g) e MAP (750 g). O monitoramento e controle da condutividade elétrica e pH das soluções nutritivas foi realizado com condutivímetro (Figura 3A) e phmetro (Figuras 3B).

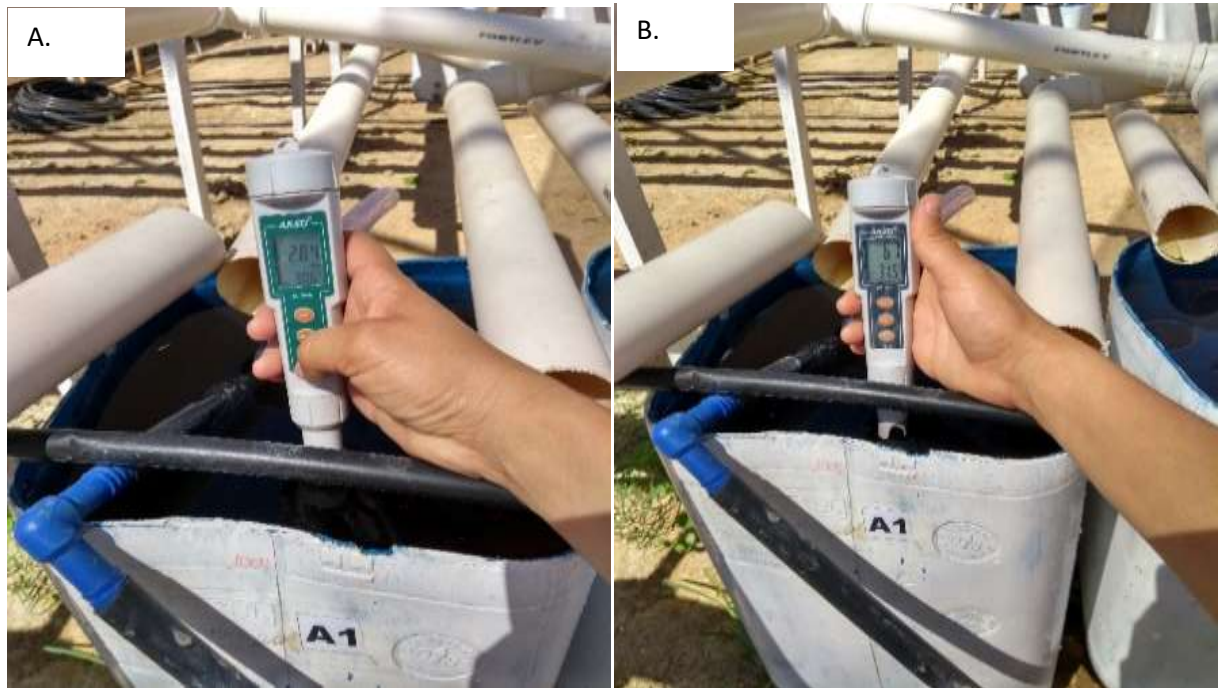


Figura 3. Monitoramento da CE (A) e do pH (B) das soluções nutritivas (MORAIS NETA, 2021)

O controle das irrigações foi realizado por meio de um temporizador analógico, adotando uma programação de irrigações de 15 minutos de duração intercaladas a cada 15 minutos, no período das 05h às 18h. Durante à noite o turno de rega foi de 2h com duração de 15 minutos cada evento de irrigação.

2.2.2 Sistema Semi-Hidropônico

Nesse sistema cada parcela foi representada por uma bandeja plástica (14 x 37 x 60 cm, para altura, largura, comprimento, respectivamente), com capacidade para 20 litros. As bandejas foram preenchidas com substrato composto pela mistura de fibra de coco e areia fina lavada, na proporção 2:1 (em base de volume). As bandejas foram dispostas sobre bancadas feitas com madeira e tijolos, com 0,50 m de altura e 0,40 m de largura (Figura 4).



Figura 4. Vista geral do sistema Semi-hidropônico

Cada solução nutritiva foi aplicada utilizando um sistema de irrigação independente, composto por uma eletrobomba para recalque da solução nutritiva de um reservatório inferior (300 L), linha lateral com mangueira de 16 mm e emissor de microtubo do tipo espaguete, com diâmetro interno de 1,0 mm 10 cm de comprimento, sendo 6 emissores por bandeja.

As mudas foram produzidas seguindo o mesmo procedimento aplicado nas utilizadas no sistema NFT. Em cada bandeja foram colocadas quatro mudas, no espaçamento de 0,4 x 0,25 m.

O controle da fertirrigação foi realizado utilizando um temporizador digital, programado para seis eventos diários, com duração 30 segundos e intercalados em 2h. A solução nutritiva era renovada quando o nível da mesma no reservatório atingia altura de sucção da bomba.

2.3 Variáveis analisadas

As plantas foram colhidas aos 35 dias após o transplante e avaliadas a partir das seguintes variáveis:

Altura de planta (AP): determinada utilizando uma régua (escala em cm), medindo-se do colo da planta até a extremidade da folha mais alta, expressando-se os resultados em cm;

Número de folhas (NF): 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;

Diâmetro do caule (DC): medindo-se o diâmetro do colo do caule com o auxílio de um paquímetro (escala em milímetros, com precisão de 0,01 mm) a partir do primeiro nó, expressando-se o resultado em mm;

Diâmetro de copa (Dcopa): determinado utilizando uma régua e medindo-se sobre a copa da planta, considerando o valor médio de duas medidas perpendiculares, expresso em cm;

Área foliar (AF): feita por meio do método dos discos foliares, que consistiu na utilização de um vazador com diâmetro interno de 2,4 cm (estimada por análise de imagens dos discos retirados). Em cada planta, retiraram-se 20 discos nas folhas frescas, apenas com nervuras finas, nas porções basal e apical, e nas partes medianas das folhas (Eq. 1).

$$AF = \frac{(MSF \times AD)}{MSD} \quad (1)$$

Em que:

AF – área foliar, cm²;

MSF – massa seca de folhas, g;

AD – área do disco, cm²;

MSD – massa seca dos discos, g.

Massa fresca da parte aérea (MFPA): determinadas a partir da massa média de duas plantas obtidas utilizando uma balança de precisão (0,01 g), expressas em g planta⁻¹.

Massa seca de parte aérea (MSPA): obtida após as amostras serem desidratadas 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, expressas em g planta⁻¹.

Área foliar específica (AFE): obtida pela razão entre área foliar e a massa seca de folhas (AF/MSF), expressa em cm² g⁻¹ de MSF. A MSF foi considerada como sendo a MSPA, tendo em vista que a parte aérea das plantas é composta basicamente por folhas (Eq. 2).

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (2)$$

Em que:

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

AF – área foliar, $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$;

MSF – massa seca de folhas, g.

Suculência foliar (SUF): obtida pela razão entre a massa de água e a área foliar, (Eq. 3).

$$\text{SUF} = \frac{(\text{MFF} - \text{MSF})}{\text{AF}} \quad (3)$$

Em que:

SUF – suculência foliar, $\text{g H}_2\text{O cm}^2$;

MFF – massa fresca de folhas, g;

MSF – massa seca de folhas, g;

AF – área foliar, cm^2 .

Firmeza do pecíolo (FIRM): medida em pecíolos de cinco folhas, sendo duas leituras por pecíolo, utilizando um penetrômetro. Os resultados obtidos em libras foram convertidos para Newton (N), utilizando fator de conversão 4,45 (GOMES JUNIOR et al., 2001).

As folhas (limbo foliar mais pecíolo) foram processadas utilizando um processador de alimentos para obtenção do suco (Centrífuga viva Philips Walita Preta 500W - RI1836).

Sólidos solúveis (SS): determinado diretamente no suco, utilizando um refratômetro digital (modelo ATAGO PR-1000), com os resultados expressos em °Brix, conforme recomendação feita pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2005).

Potencial hidrogeniônico (pH): determinado diretamente no suco, utilizando um potenciômetro digital com membrana de vidro, conforme Instituto Adolfo Lutz (2005).

Coloração das folhas: Foi determinada utilizando o colorímetro marca Konika Minolta, modelo CR400s (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., New Jersey, EUA). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L, a*, b* – CIELAB) (MINOLTA CORP, 2007).

A leitura foi realizada em três folhas selecionadas de duas plantas de alface de cada sistema de cultivo, sendo então realizadas 6 leituras.

Analisou-se os efeitos de coloração, através dos parâmetros L, a*, b*, hue e chroma, os quais representam as medidas objetivas de cor avaliadas pelo olho humano. O valor L representa a luminosidade ou tom da cor do produto variando de zero (negro) a cem (branco).

Os índices ângulos hue e chroma foram obtidos através da transformação dos parâmetros a^* e b^* . Utilizou-se as fórmulas abaixo:

$$^{\circ}H = \arctan (a/b)$$

onde: H° = ângulo hue

Arc tg = arco tangente dos parâmetros a^* e b^*

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

onde:

C = ângulo chroma

a = parâmetro a^*

b = parâmetro b^*

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F), realizando-se o desdobramento dos fatores sempre que ocorrerem efeito significativo da interação entre os fatores. As variáveis referentes aos sistemas hidropônicos foram analisadas através do teste de comparação de médias (Tukey, 0,05), enquanto o efeito da condutividade elétrica foi analisado através da análise de regressão. As análises estatísticas serão realizadas através do software SISVAR (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS

3.1 Crescimento e produção

A análise de variância detectou efeito significativo da interação entre os fatores sistemas hidropônicos (SH) e soluções nutritivas (SN), em nível de 1% de probabilidade. Os sistemas hidropônicos afetaram de forma isolada as variáveis diâmetro de copa (Dcopa) ao nível de 1%, bem como o número de folhas (NF) ao nível de 5%. As soluções nutritivas afetaram de forma isolada o NF e área foliar específica (AFE) ($p < 0,01$), assim como, o Dcopa e suculência foliar ($p \leq 0,05$). Não houve efeito dos fatores isolados nem da interação entre eles para as variáveis altura (ALT) e diâmetro de caule (DC) (Tabela 1).

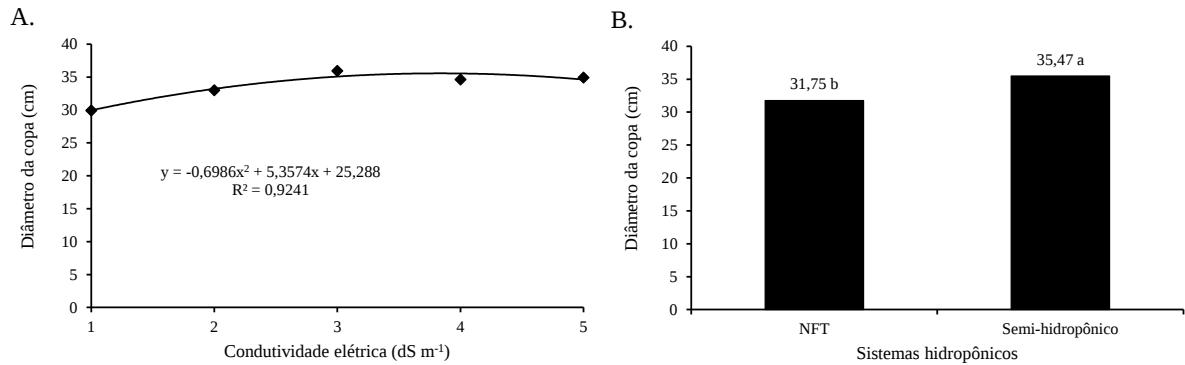
Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro de copa (DCopa), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), suculência foliar (SUCF) e área foliar específica (AFE) em pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas

Fontes de variação	GL	Quadrados médios								
		ALT	DCopa	DC	NF	MFPA	MSPA	AF	SUCF	AFE
SH	1	12,30 ^{ns}	103,38 ^{**}	4,01 ^{ns}	15,36 [*]	33580,45 ^{**}	51,35 ^{**}	1190642,31 ^{**}	691,49 ^{ns}	110,63 ^{ns}
SN	4	28,86 ^{ns}	31,39 [*]	5,71 ^{ns}	19,29 ^{**}	38590,01 ^{**}	59,68 ^{**}	3040143,97 ^{**}	1555,49 [*]	2271,54 ^{**}
SH×SN	4	12,51 ^{ns}	18,09 ^{ns}	3,06 ^{ns}	5,56 ^{ns}	18844,08 ^{**}	24,71 ^{**}	904624,49 ^{**}	202,74 ^{ns}	222,08 ^{ns}
Blocos	2	9,83 ^{ns}	13,95 ^{ns}	4,48 ^{ns}	0,21 ^{ns}	408,24 ^{ns}	1,96 ^{ns}	232708,33 ^{ns}	140,36 ^{ns}	578,87 ^{ns}
Resíduo	18	13,31	11,71	2,6	2,74	726,92	1,65	72006,11	493,24	253,08
CV (%)		14,05	10,18	15,08	9,53	11,80	10,35	13,42	18,84	10,32
Valores médios										
		ALT	DCopa	DC	NF	MFPA	MSPA	AF	SUCF	AFE
		----	cm	----	mm	unid	----	g planta ⁻¹	----	cm ² planta ⁻¹
									g H ₂ O cm ²	cm ² g ⁻¹ MSF
Média		25,96	33,61	10,78	17,37	228,45	12,42	1999,64	117,88	154,17

ns = não significativo; * = $p \leq 0,05$; ** = $p < 0,01$. SH – sistemas hidropônicos, SN – soluções nutritivas

O diâmetro da copa foi afetado de forma quadrática pelo aumento da condutividade elétrica (CE) nas soluções nutritivas. O maior valor obtido foi na CE 3,8 dS m⁻¹ (35,6 cm), equivalente ao aumento de 18,7% em comparação com Dcopa obtido na CE 1,0 dS m⁻¹ (29,9

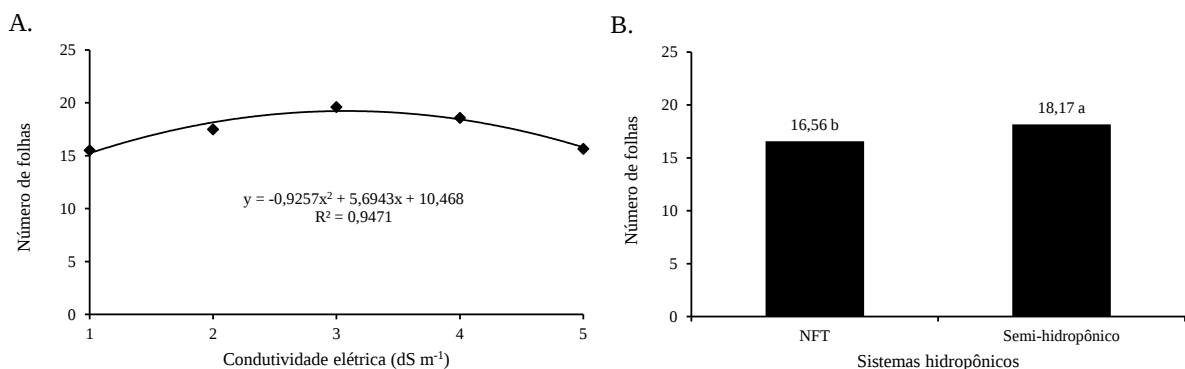
cm) (Figura 5A). O sistema de cultivo em substrato proporcionou Dcopa superior em 11,7% em comparação com as plantas cultivadas em sistema NFT (Figura 5B)



Valores médios seguidos por letras diferentes (Figura 5B) diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 5. Diâmetro da copa de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas (A) em dois sistemas hidropônicos (B)

O aumento da CE afetou o número de folhas de forma quadrática, independentemente do sistema hidropônico utilizado, sendo o maior valor (19,2 folhas) obtido para a CE (3,1 dS m⁻¹). Este valor representa um aumento de 26,2% em comparação com o NF obtido na menor CE (15,2 folhas) (Figura 6A). Considerando os sistemas hidropônicos utilizados, verificou-se que as plantas cultivadas no sistema de substrato proporcionaram maior NF, sendo superior em 9,7% em comparação ao sistema NFT (Figura 6B).

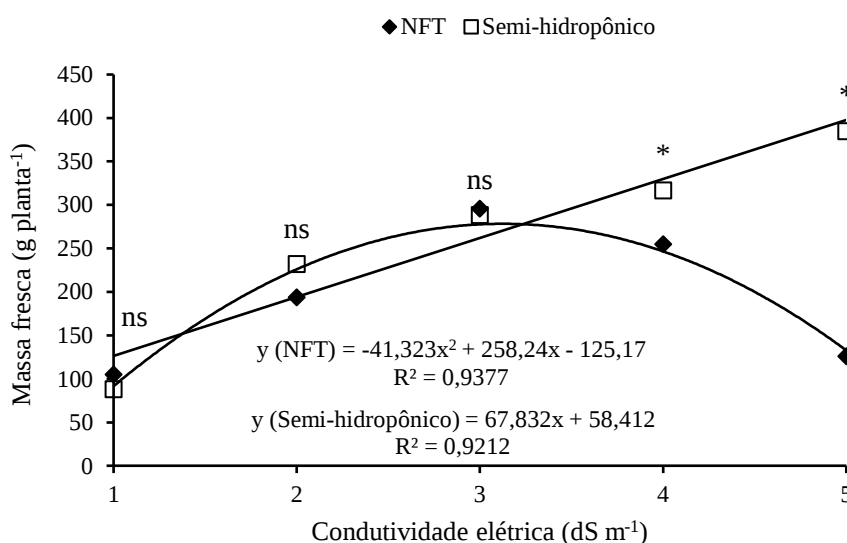


Valores médios seguidos por letras diferentes (Figura 6B) diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 6. Número de folhas de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas (A) em dois sistemas hidropônicos (B)

A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi afetada de forma diferente pelo aumento da CE de acordo com o sistema de cultivo utilizado. Para o sistema NFT ocorreu resposta quadrática, sendo a maior MFPA (278,3 g planta⁻¹) obtida na CE 3,1 dS m⁻¹, representando um aumento de 203,3% em comparação com a MFPA obtida na CE 1,0 dS m⁻¹ (91,7 g planta⁻¹). No sistema de cultivo em substrato ocorreu resposta linear crescente, de forma que a maior MFPA (397,6 g planta⁻¹) ocorreu na CE 5,0 dS m⁻¹. Este valor representa um ganho de 214,9% em comparação com a MFPA obtida na menor CE (126,2 g planta⁻¹) (Figura 7). Percebe-se assim que o sistema semi-hidropônico possibilita maior tolerância do pak choi à salinidade da solução nutritiva.

Com relação ao efeito dos sistemas hidropônicos sobre a MFPA, ocorreu resposta significativa apenas nas plantas submetidas as soluções nutritivas com CE de 4,0 e 5,0 dS m⁻¹, nas quais o cultivo em substrato foi superior ao NFT em 33,7 e 199,0%, respectivamente (Figura 7).



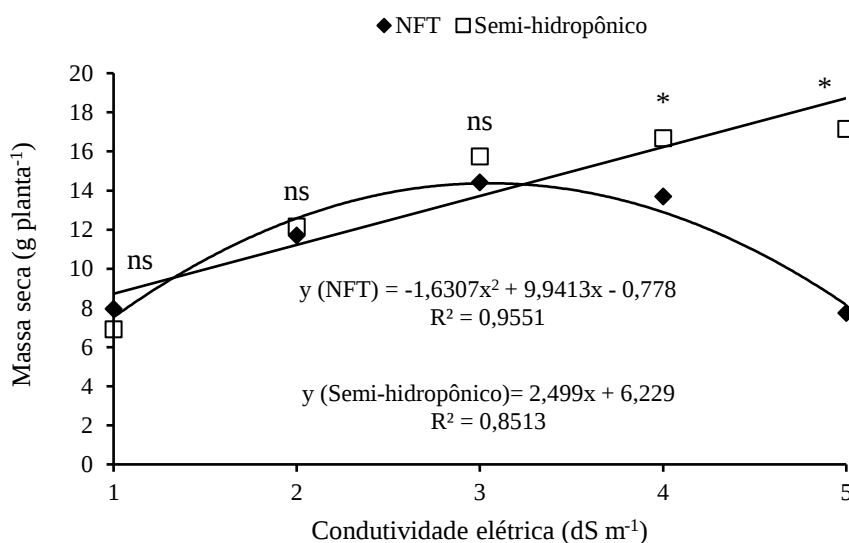
*, ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 7. Massa fresca da parte aérea de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

Assim como foi observado na variável MFPA, também houve resposta diferente ao aumento da CE para a variável massa seca da parte aérea (MSPA) de acordo com o sistema utilizado. Houve efeito quadrático para o sistema NFT e maior MSPA ocorreu na CE 3,0 dS m⁻¹ (14,4 g planta⁻¹), correspondendo ao incremento 90,8% em comparação com a MSPA

encontrada na CE 1,0 dS m⁻¹ (7,5 g planta⁻¹). O aumento da CE proporcionou aumento linear na MSPA das plantas cultivadas em substrato, sendo o maior valor (18,7 g planta⁻¹) obtido na CE 5,0 dS m⁻¹, enquanto o menor valor (8,7 g planta⁻¹) ocorreu na CE 1,0 dS m⁻¹ (Figura 8).

O cultivo em substrato proporcionou MSPA superior ao sistema NFT nas plantas submetidas nas CE de 4,0 e 5,0 dS m⁻¹, nas quais foi superior em 25,8 e 129,4%, respectivamente, não ocorrendo diferença significativa entre o sistema de cultivo nas demais soluções nutritivas (Figura 8).

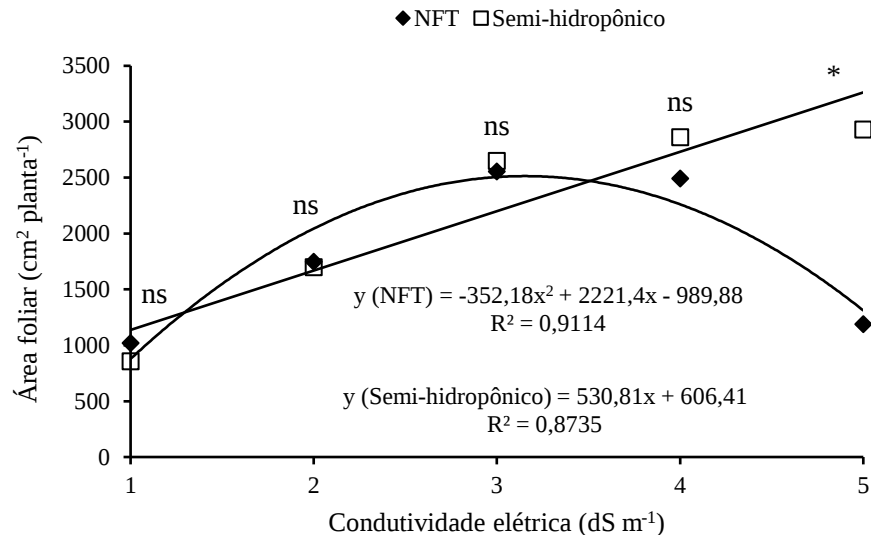


*, ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 8. Massa seca da parte aérea de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

A área foliar (AF) das plantas foi afetada pelo aumento da CE da solução nutritiva em ambos os sistemas de cultivos, no entanto a resposta foi variada de acordo com sistema utilizado. No sistema NFT ocorreu resposta quadrática, em que o aumento da CE proporcionou incremento na AF até o nível 3,1 dS m⁻¹ (2513,0 cm² planta⁻¹), enquanto na menor CE obteve-se 879,3 cm² planta⁻¹, equivalendo ao incremento de 185,8%. Para o cultivo em substrato foi observado efeito linear das CE sobre a AF, sendo o maior valor (3260,5 cm² planta⁻¹), obtido na CE 5,0 dS m⁻¹, enquanto na menor CE obteve-se 1137,2 cm² planta⁻¹. Comparando esses valores, pode se observar que as plantas submetidas a maior CE apresentaram um incremento de 186,7% na AF (Figura 9).

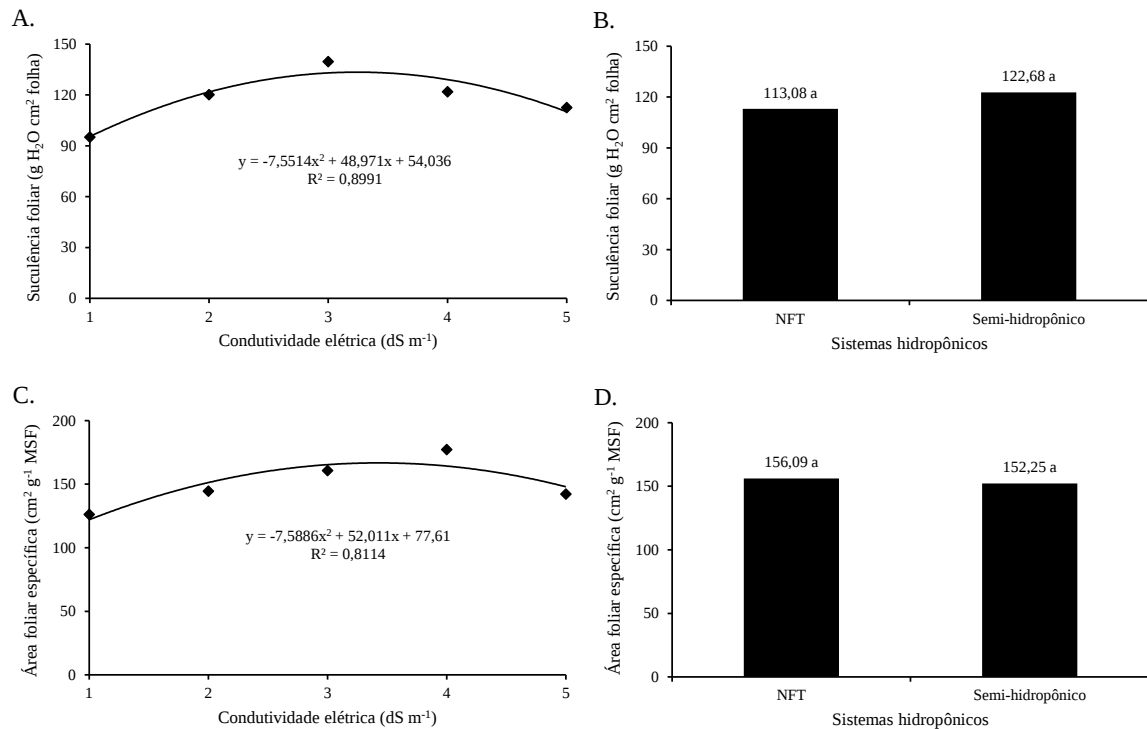
Referente ao efeito de cultivos, verificou-se diferença significativa entre estes apenas na maior CE, na qual o cultivo em substrato foi superior ao NFT em 148,4% (Figura 9).



*, ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 9. Área foliar de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

As variáveis suculência foliar (SUCF) e área foliar específica (AFE) foram afetadas de forma quadrática pelo aumento da CE da solução nutritiva, independentemente do sistema de cultivo adotado (Figura 10A e 10C). Os maiores valores ocorreram nas CEs 3,2 dS m⁻¹ (133,4 g H₂O cm²) e CE 3,4 dS m⁻¹ (166,7 cm² g⁻¹ MSF), para SUCF (Figura 10A) e AFE (Figura 10C), respectivamente. Comparando os valores quando obtido na menor CE foram observados aumentos de 39,8% para SUCF e 36,6% para AFE. Para essas variáveis não ocorreu diferença significativa entre os sistemas de cultivos, obtendo-se valores médios de 117,9 g H₂O cm² para a SUCF (Figura 10B) e 154,2 cm² g⁻¹ MSF para a AFE (Figura 10D).



Valores médios seguidos por letras iguais (Figura 10B e 10D) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 10. Suculência foliar (A e B) e área foliar específica (C e D) de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

3.2 Qualidade pós-colheita

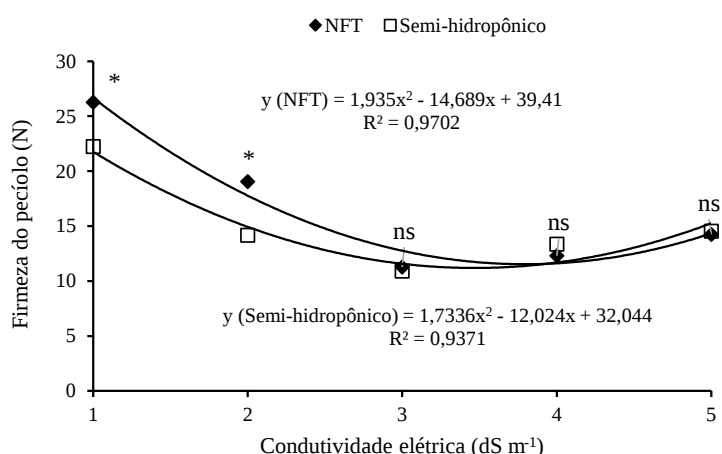
A interação entre os fatores SH e SN afetou significativamente as variáveis de qualidade pós-colheita firmeza (FIRM) ao nível de 1% de probabilidade, bem como o teor de sólidos solúveis (SS) e pH ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS) e pH do suco de pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		FIRM	SS	pH
SH	1	18,89*	0,49 ^{ns}	0,19*
SN	4	114,05**	3,62**	0,10*
SH × SN	4	54,38**	0,62*	0,09*
Blocos	2	2,29 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	18	2,96	0,14	0,03
CV (%)		10,88	10,86	3,06

^{ns} = não significativo; * = $p \leq 0,05$; ** = $p < 0,01$. SH – sistemas hidropônicos, SN – soluções nutritivas

A firmeza do pecíolo foliar (FIRM) foi afetada pelo aumento da CE de forma quadrática para ambos os sistemas de cultivos. Os maiores valores ocorreram na menor CE, sendo 26,6 N para NFT e 21,7 N para substrato. O aumento da CE proporcionou inicialmente redução até os níveis 3,8 e 3,5 dS m^{-1} , obtendo-se valores mínimo de 11,5 e 11,2 N, para os sistemas NFT e substrato, respectivamente. A partir desses níveis houve pouca variação na FIRM para os sistemas de cultivos (Figura 11). Houve diferença entre os sistemas de cultivos apenas nas plantas submetidas nas CEs 1,0 e 2,0 dS m^{-1} , nas quais o NFT foi superior em 22,5 e 19,0%, respectivamente (Figura 11).

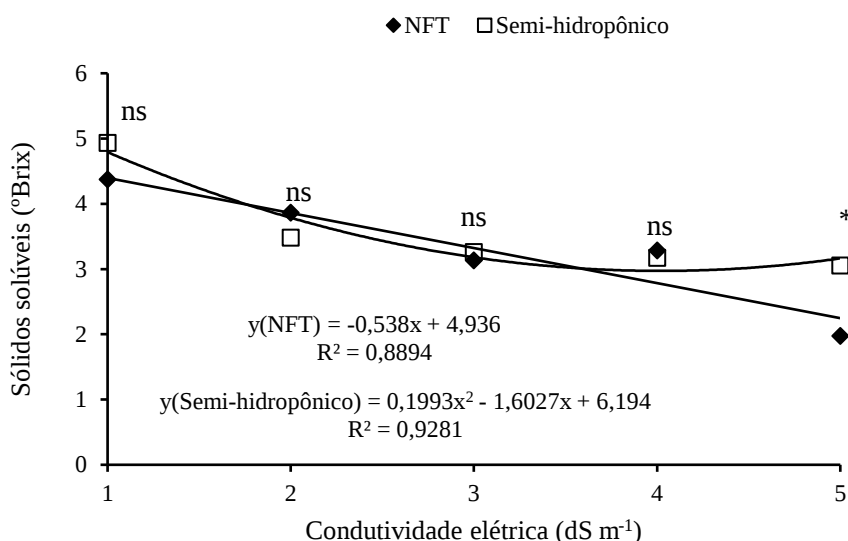


*,ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 11. Firmeza do pecíolo de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

O teor de sólidos solúveis (SS) foi afetado pelo aumento da CE em ambos os sistemas de cultivo, no entanto a resposta foi variada de acordo com cada sistema. Para o sistema NFT ocorreu resposta linear decrescente, de forma que houve uma variação de 4,4 °Brix (1,0 dS m⁻¹) a 2,2 °Brix (5,0 dS m⁻¹), resultando em redução 48,9%. No cultivo de substrato o maior SS ocorreu na menor CE (4,8 °Brix) e o aumento da CE proporcionou efeito quadrático, apresentando redução no SS até o nível 4,0 dS m⁻¹ (3,0 °Brix). A partir desse nível houve pouca variação no SS nas demais CE (Figura 12).

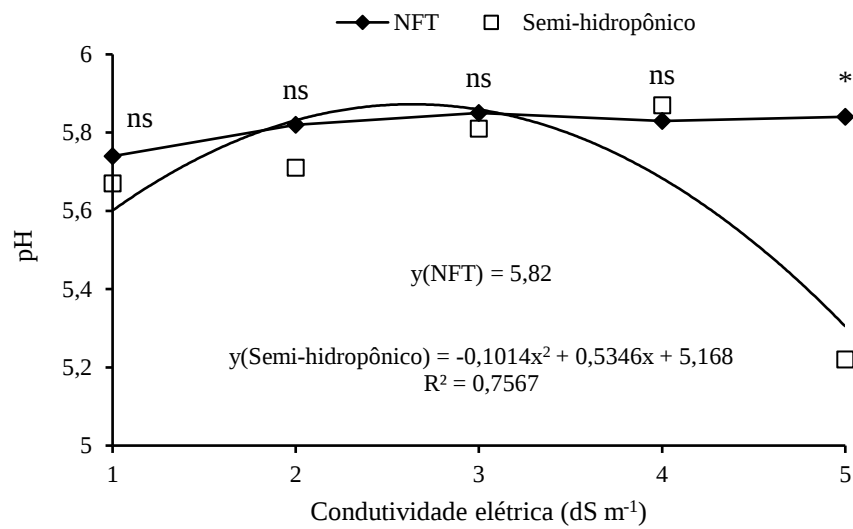
Os sistemas de cultivos diferiram quanto ao SS apenas na maior CE, em que o cultivo em substrato proporcionou SS superior em 40,8% em comparação com o valor obtido no sistema NFT (Figura 12).



*, ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 12. Sólidos solúveis de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

O pH do suco foi afetado pela CE da solução nutritiva apenas nas plantas cultivadas em substrato, ocorrendo resposta quadrática, com maior valor (5,87) ocorrendo na CE 2,6 dS m⁻¹. Esse valor corresponde ao incremento de 4,8% no pH em comparação com o valor obtido na menor CE, em que se obteve 5,60. As plantas cultivadas no sistema NFT não foram afetadas pela CE quanto ao pH no suco, obtendo-se o valor médio de 5,82. Foi observado diferença significativa entre os sistemas de cultivo apenas nas plantas submetidas a maior CE, na qual o sistema NFT foi superior a 9,7% (Figura13).



*, ns - diferenças significativas e não significativas entre os sistemas de cultivo para cada nível de condutividade elétrica pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Figura 13. Potencial hidrogeniônico em folhas de pak choi submetida a diferentes condutividades elétricas em dois sistemas hidropônicos

3.3 Coloração das folhas

Os parâmetros de cor b, c e °h foram afetados apenas pelo sistema de cultivo, com nível de significância de 5% para b, e 1% para c e °h (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e valores médios para os parâmetros de cor das folhas de pak choi cultivado em diferentes sistemas hidropônicos em condutividades elétricas das soluções nutritivas

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		a	b	L	c	°h
SH	1	0,17 ^{ns}	40,83*	5,63 ^{ns}	49,41**	15,41**
SN	4	0,48 ^{ns}	1,79 ^{ns}	20,71 ^{ns}	2,10 ^{ns}	1,79 ^{ns}
SH × SN	4	0,73 ^{ns}	3,55 ^{ns}	9,47 ^{ns}	5,42 ^{ns}	2,22 ^{ns}
Blocos	2	0,03 ^{ns}	5,08 ^{ns}	1,67 ^{ns}	4,76 ^{ns}	0,91 ^{ns}
Resíduo	18	0,64	5,77	11,05	5,24	1,39
CV (%)		9,45	7,46	9,37	6,82	1,13
Médias						
		a	b	L	c	°h
Sistemas hidropônicos						
NFT		-8,54 a#	31,07 b	35,89 a	32,27 b	105,32 a
Substrato		-8,39 a	33,40 a	35,03 a	34,84 a	103,89 b
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)						
1,0		-8,52 a	31,70 a	38,15 a	32,82 a	105,05 a
2,0		-8,75 a	32,28 a	35,15 a	34,10 a	105,23 a
3,0		-8,05 a	31,88 a	36,10 a	33,23 a	104,20 a
4,0		-8,32 a	32,28 a	33,08 a	33,42 a	103,95 a
5,0		-8,68 a	33,12 a	34,82 a	34,22 a	104,58 a

ns = não significativo; * = $p \leq 0,05$; ** = $p < 0,01$; #médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo de teste Tukey ($p \leq 0,05$). SH – sistemas hidropônicos, SN – soluções nutritivas

O cultivo em substrato proporcionou maiores valores para os parâmetros de cor b e c, enquanto o sistema NFT proporcionou maior °h. Não foi observado efeito da CE sobre nenhum parâmetro de cor, independentemente do sistema de cultivo utilizado (Tabela 3).

Na Figura 14 é apresentada a imagem das plantas após a colheita, na qual é possível visualizar a diferença entre as mesmas em função do sistema de cultivo e das CEs das soluções nutritivas, em que corroboram com os dados aqui discutidos.



Figura 14. Vista geral das plantas após a colheita

Percebe-se que apesar de ter ocorrido variação significativa no tamanho das plantas em função da CE da solução nutritiva e do sistema de cultivo adotado, é possível observar na Figura 14 que não foram detectados sintomas depreciativos que pudessem ser atribuídos à salinidade, como murcha, clorose e necrose das folhas, o que poderia impedir ou dificultar a comercialização das plantas. Esse resultado confirma os obtidos por Freitas et al. (2021) trabalhando com cultivares de alface em sistemas hidropônicos (NFT e DFT), e por Alves et al. (2019) em estudo em chicória (*Cichorium endivia* L) em sistema hidropônico DFT.

4 DISCUSSÃO

4.1 Crescimento e produção

O efeito da solução nutritiva sobre o número de folhas (Figura 6) mostra que a emissão foliar foi favorecida pelo aumento da CE da solução nutritiva até um determinado nível e decresceu em seguida, mostrando que em concentrações muito elevado de nutrientes as plantas tendem a reduzir o crescimento no tocante ao número de folhas, corroborando com os resultados apresentado por outros autores trabalhando com outras folhosas, como couve rábano (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) (OLIVEIRA et al., 2022), coentro (*Coriandrum sativum* L.) (LUZ et al., 2012) e alface (ELSING et al., 2019).

Diferentemente do resultado obtido para o NF, o efeito da CE variou de acordo com o sistema de cultivo utilizado, para as variáveis MFPA, MSPA e AF. Esses resultados evidenciam que o efeito da CE foi mais evidente sobre o tamanho da folha que a emissão foliar, resultando diretamente na produção de biomassa fresca e seca, tendo em vista que as folhas representam a maior contribuição de biomassa no pak choi.

Além disso, foi possível observar que no cultivo em sistema NFT as plantas atingiram o máximo de desenvolvimento em solução nutritiva menor concentrada, enquanto no cultivo em substrato as plantas responderam de forma significativa ao aumento da CE.

A partir desse comportamento percebe-se que as plantas cultivadas em substratos apresentaram maior tolerância a CE elevada. A menor tolerância a salinidade observada no sistema NFT pode ser atribuída ao próprio sistema de funcionamento, uma vez que o fornecimento de água e nutrientes ocorre com períodos de aplicação da solução nutritiva de forma intermitente e as plantas podem ter sofrido estresse osmótico e/ou hídrico, entre os eventos de irrigação, pois nesse sistema, as raízes só entram em contato com a solução nutritiva quando a irrigação é aplicada, permanecendo nuas o resto do tempo, com efeito negativo no crescimento das plantas (RODRÍGUEZ-ORTEGA et al., 2019).

Conforme apresentado anteriormente, as plantas cultivadas no sistema NFT apresentaram redução significativa quando foram submetidas as soluções mais concentradas. Estas reduções ocorreram devido ao efeito osmótico provocado pela elevação da salinidade da solução nutritiva (SOARES et al., 2020).

Analisando as variáveis MFPA (Figura 7), MSPA (Figura 8) e AF (Figura 9) em conjunto, percebe-se que o maior crescimento das plantas aconteceu próximo da CE 3 dS m⁻¹ para o sistema NFT. Esses resultados são coerentes com os obtidos Ding et al. (2018), nos

quais trabalhando com pak choi em sistema hidropônico do tipo flutuante, obtiveram maior desenvolvimento das plantas em solução nutritiva com CE variando de 2,4 a 4,8 dS m⁻¹. Niu et al. (2018), trabalhando em sistema NFT com duas cultivares de pak choi, observou melhor desempenho em soluções com CE entre 2,4 a 3,2 dS m⁻¹, os quais classificaram as cultivares como moderadamente tolerantes à salinidade.

Por outro lado, o cultivo em substrato proporciona melhor condição de crescimento das plantas porque possibilita menor variação na umidade do ambiente radicular, bem como, maior oscilação da temperatura durante o dia. Durante o experimento foi possível observar que durante o horário mais quente do dia as plantas cultivadas no sistema NFT apresentavam sintomas de murchamento, mesmo com sistema de irrigação acionado, fato este não observado nas plantas cultivadas no substrato.

Na literatura são escassos estudos analisando sistema de cultivo para pak choi, no entanto, trabalhos desenvolvidos com outras hortaliças folhosas com hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) (CASAIS et al., 2020) e salsa (NUNES et al., 2020), os autores também observaram maior crescimento nas plantas cultivadas em substrato em comparação com o sistema NFT. Mouroutoglou et al. (2021), trabalhando com cebola doce-grega (*Allium cepa* L.), comparando sistema flutuante (DFT), aeropônico, NFT e cultivo em substrato, também observaram que o cultivo em substrato proporcionou maior desenvolvimento das plantas do que o sistema NFT.

De acordo com Mouroutoglou et al. (2021), o menor desempenho das plantas cultivadas em sistema NFT ocorre devido ao fluxo transpiratório menor eficiente, provocando menor eficiência do uso da água em função do efeito da histerese provocada pelo fluxo intermitente da solução nutritiva.

O incremento na suculência foliar ocasionado pelo estresse salino pode ser considerado indicativo de um efetivo ajustamento osmótico nas plantas (MARTÍNEZ et al., 2004), permitindo a regulação da concentração de sais nos tecidos foliares e dependendo, diretamente, da absorção, transporte e acúmulo de íons nos tecidos foliares (TRINDADE et al., 2006).

A AFE expressa a relação entre a área foliar e massa seca de folhas e indica a espessura da folha, portanto, o aumento da CE até determinado nível proporcionou o desenvolvimento de folhas mais finas. Por outro lado, na CE mais elevada ocorreu proporcionalmente maior redução na área foliar do que seu peso, tornando as folhas com maior espessura do limbo foliar. Valores mais baixos de AFE podem estar associadas a

mecanismos para aumentar a eficiência no uso da água e, pode estar associada a um alto teor de nitrogênio, bem como elevado número de células do mesófilo (WRIGHT et al., 1994).

O aumento da AFE (Figura 10C) com o incremento da salinidade ocorre porque o efeito do estresse salino foi mais acentuado sobre a taxa de assimilação líquida do que na formação de fitomassa, inferindo à capacidade do vegetal em regular a transpiração em virtude de maior número de estratos celulares ou aumento dos espaços intercelulares (TAIZ et al., 2017), representando assim, um mecanismo de aclimação da cultura ao estresse salino.

Por outro lado, a redução na AFE observado nas maiores CEs pode ter ocorrido devido ao acúmulo de sais no sistema radicular do ciclo de cultivo, o qual pode ter contribuído para a redução do potencial osmótico da solução nutritiva e do substrato, promovendo redução na absorção da água e de nutrientes pelas plantas (SOUSA et al., 2011).

4.2 Qualidade pós-colheita

Os dados apresentados para a firmeza do pecíolo mostram que para ambos os sistemas de cultivos ocorreu inicialmente uma redução nesta variável com aumento da CE (Figura 11). Possivelmente esta redução ocorreu em função do aumento do teor de água conforme apresentado para a suculência foliar.

Redução na firmeza de folhas em resposta ao aumento na condutividade elétrica também foi observada por Amoruso et al. (2022) em estudo com funcho do mar (*Crithmum maritimum* L.). A suculência foliar, aliada à firmeza, determinam a textura da folha, que é um atributo sensorial importante para determinar a qualidade pós-colheita e a aceitação pelo consumidor (DAMERUM et al., 2020). Ainda segundo esses autores, folhas com células menores e bem compactadas e maior conteúdo de parede celular dão origem a folhas firmes e menos suculentas.

A redução no teor de sólidos solúveis (Figura 12) observada no presente estudo está de acordo com os resultados apresentados por Ding et al. (2018), os quais também observaram redução dos teores de sólidos solúveis em pak choi em resposta ao estresse salino. Fato este também observado por Fallovo et al. (2009) trabalhando com alface hidropônica.

De acordo com Karic et al. (2005) essa redução no teor de açúcares ocorre devido elevada taxa de respiração em condições de elevada CE. Ainda segundo esses autores, os fotossintatos que não são totalmente utilizados na síntese de compostos orgânicos e açúcares são acumulados em níveis de limitada disponibilidade de nutrientes, representada no presente estudo nas soluções nutritivas mais diluídas que apresentaram menor CE.

Por outro lado, alguns autores têm relatado aumento no SS em folhosas, como a alface, em resposta ao estresse salino (FREIRE et al., 2009; SARMENTO et al., 2014). De acordo com Beckles (2012), o aumento do teor de açúcares em resposta ao estresse salino ocorre devido à redução no turgor celular, concentrando a quantidade de sais, resultando em teores de sólidos solúveis maiores nessas condições. Diante disso, a redução no SS nas maiores CEs pode ter sido devido também ao efeito diluição, tendo em vista que o aumento da CE até determinado nível provocou incremento no teor de água nas folhas (Figura 12A).

Na literatura são encontrados resultados diversos sobre o efeito da CE da solução nutritiva no pH de folhas, variando principalmente em função do material genético e do sistema de cultivo utilizado. Sarmento et al. (2014) não encontraram resposta significativa em alface cultivada em substrato. Freire et al. (2009) trabalhando com cultivares de alface cultivada em solo observaram aumento do pH em função do incremento na CE da água de irrigação.

4.3 Coloração das folhas

Conforme apresentado anteriormente a cor das folhas foram pouco afetadas pelos tratamentos aplicados (Tabela 3), corroborando, em parte com os resultados apresentados por Bonasia et al. (2017), os quais observaram pouca eficiência do sistema de cultivo e da CE da solução nutritiva sobre a coloração das folhas.

A cor é uma característica visual de grande importância para os consumidores, para os quais as características mais apreciadas são a presença de sinais de frescor, folhas brilhantes e sem danos, intensidade de cor sem amarelecimento ou descoloração (AGÜERO et al., 2008). Além disso, a cor da folha, causada pelo equilíbrio de clorofilas, antocianinas e carotenoides, também pode influenciar a qualidade das folhas, pois a pigmentação está frequentemente associada à presença de compostos antioxidantes (ZHU et al., 2016).

Desta forma, possivelmente as CEs utilizadas neste experimento, apesar de ter proporcionado redução no crescimento do pak choi cultivada no sistema NFT, de forma geral pode não ter sido suficiente para alterar a composição química das folhas.

5 CONCLUSÃO

Diante do presente trabalho, conclui-se que:

A cultura do pak choi é mais produtiva no cultivo em sistema hidropônico utilizando substrato.

O sistema hidropônico com substrato proporciona maior tolerância do pak choi à salinidade da solução nutritiva.

O pak choi é menos exigente em nutrientes para atingir o máximo crescimento quando cultivado em sistema NFT.

A elevada CE da solução nutritiva não afeta a qualidade visual do pak choi.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÜERO, M. V.; BARG, M. V.; YOMMI, A.; CAMELO, A.; ROURA, S. I. Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 1, p. 47–55, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00604.x>
- ALVES, L. S.; SILVA, M. G.; GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; SOARES, T. M.; RAFAEL, M. R. S. Uso de águas salobras no cultivo da chicória em condições hidropônicas. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 758-769, 2019. <https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n4p758-769>
- AMORUSO, F.; SIGNORE, A.; GÓMEZ, P. A.; MARTÍNEZ-BALLESTA, M. D. C.; GIMÉNEZ, A.; FRANCO, J. Á.; FERNÁNDEZ, J. Á.; EGEA-GILABERT, C. Effect of saline-nutrient solution on yield, quality, and shelf-life of sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) plants. **Horticulturae**, Basel, v. 8, n. 2, p. 127. 2022. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020127>
- ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D. I.; SHIMITT, O. J.; VAZ, M. A. B.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutos do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 684-690, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000008>
- ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; GIRALDI, C.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 794-798, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000400026>
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORT&FRUIT 2019. 2018. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 96p. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-hortifruti-2019/>> 20 nov. 2022.
- AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18.ed. Washington, 2005, 1115 p.
- BECKLES, D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 129-140, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.05.016>
- BONASIA, A.; LAZZIZERA, C.; ELIA, A.; CONVERSA, G. Nutritional,biophysical and physiologicalcharacteristics of wild rocketgenotypes as affected by soillesscultivation system, salinity level ofnutrient solution and growing period.front. **Plant Science**, Itália, v. 8, p. 1-15, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00300>
- CASAI, L. K. N.; BORGES, L. S.; MEDEIROS, M. B. C. L.; SOUZA, M. E.; SOARES, D. S. Índices morfofisiológicos e clorofila de hortelã-pimenta cultivadas sob diferentes sistemas de cultivos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 11, n. 3, p. 304-316, 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0024>
- CORDEIRO, C. J. X.; OLIVEIRA, F. A. DE; LEITE NETO, J. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALVES, F. T.; MIRANDA, F. A. C. Cultivo de rúcula em fibra de coco utilizando solução

nutritiva salinizada enriquecida com nitrato de potássio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 3212-3225, 2019. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n100960>

DAMERUM, A.; CHAPMAN, M. A.; TAYLOR, G. Innovative breeding technologies in lettuce for improved post-harvest quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 168, p. 111-266, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111266>

DING, X.; JIANG, Y.; ZHAO, H.; GUO, D.; HE, L.; LIU, F.; ZHOU, Q.; NANDWANI, D.; HUI, D.; YU, J. Electrical conductivity of nutriente solution influenced photosynthesis, quality, and antioxidante enzyme activity of pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*) in a hydroponic system. **Plos One**, Washington, v. 13, n. 8, p. e0202090, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202090>

DINIZ, A. A.; DIAS, N. S.; SOUZA, F. I.; SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, N. O.; FERNANDES, A. L. M. Produção e qualidade do coentro cultivado com solução nutritiva em fibra de coco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 3306-3313, 2019. <https://doi.org/10.7127/rbai.v13n200994>

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**, Cascavel, v. 12, n. 4, p. 367-375, 2019.

FALLOVO, C.; ROUPHAEL, Y.; REA, E.; BATTISTELLI, A.; COLLA, G. A. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. acephala in floating raft culture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 1682-1689, 2009. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3641>

FATEMI, H.; CARVAJAL, M.; RIOS, J. J. Foliar application of Zn alleviates salt stress symptoms of Pak Choi plants by activating water relations and Glucosinolate Synthesis. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 10, p. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101528>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREIRE, A. G.; OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREITAS, D. C. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 81-88, 2009.

FREITAS, F. T. O.; SOARES, T. M.; SILVA, M. G.; RAFAEL, M. R. F. Cultivo de alface sob intervalo de recirculação das soluções nutritivas em sistema hidropônico utilizando águas salobras. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 67-96, 2021. <https://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/4253/2817>.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLOGNESI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC. 1999. p. 52. (Boletim Técnico, 180).

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita do melão tipo Cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 356-360, 2001.

GUIMARÃES, I. T.; OLIVEIRA, F. A.; LEAL, C. C. P.; SOUZA, W. M. L.; ALVES, T. R. C. Foliar application of biofertilizer in semi-hydroponic lettuce fertigated with saline nutrient solution. **Comunicata Scientia**, Bom Jesus, v. 11, e3115, 2020. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3115>

HARBAUM, B. **Characterization of free and cell-wall-bound phenolic compounds in chinese Brassicavegetables**. Christian Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, p. 101, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, SP: IAL, 2005. 533 p.

JAHANGIR, M.; KIM, H. K.; CHOI, Y. H.; VERPOORTE, R. Health-Affecting Compounds in Brassicaceae. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, New York, v. 8, n. 2, p. 31-43, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2008.00065.x>

KARIC, L.; VUKASINOVIC, S.; ZNIDARCIC, D. Response of leek (*Allium porrum* L.) to different levels of nitrogen dose under agro-climate conditions of Bosnia and Herzegovina. **Acta agriculturae Slovenica**, Liubliana, v. 85, p. 219-226, 2005.

LACERDA, F. H. D.; MACEDO, E. C. F.; FORTUNATO, T. C. S.; MEDEIROS, J. E.; CAMPOS JÚNIOR, J. E. Substrato e concentração de nutrientes na solução nutritiva na produção de couve manteiga. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.7, n. 4, p. 51-58, 2012.

LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, A. O.; MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, G. F.; SOARES, H. R. Watercress and chinese cabbage in a hydroponic system using groundwater. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 1038-1047, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n420rc>

LUZ, J. M. Q.; ANDRADE, L. V.; DIAS, F. F.; SILVA, M. A. D.; HABER, L. L.; OLIVEIRA, R. C. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de soluções nutritivas e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n. 4, p. 589-597, 2012.

MAROTO, J. V. B. **Horticultura herbacea especial**. Ed.Mundi-Prensa, Madrid, p. 611, 1995.

MARTÍNEZ, J. P.; LUTTS, S.; SCHANCK, A.; BAJJI, M.; KINET, J. M. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, n. 9, p. 1041-1051, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2003.12.009>

MINOLTA CORP. **Precise Color Communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Corp. Ltda., 2007. 60p.

MORAES, C. A. G.; FURLANI, P.R. **Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.

MORAIS NETA, H. M. **Cultivo de alface em sistemas hidropônicos e concentrações de solução nutritiva**. 2021. 65p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2021.

MOUROUTOGLOU, C.; KOTSIRAS, A.; NTATSI, G.; SAVVAS, D. Impact of the hydroponic cropping system on growth, yield, and nutrition of a greek sweet onion (*allium cepa* L.) Landrace. **Horticulturae**, Basel, v. 7, n. 11, p. 432, 2021. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110432>

NIU, G.; SUN, Y.; MASABNI, J. G. Impact of low and moderate salinity water on plant performance of leafy vegetables in a recirculating NFT System. **Horticulturae**, Basel, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2018. <https://doi.org/10.3390/horticulturae4010006>

NOBOA, C. S.; RAVAGNANI, C. A.; SANTOS, C. P.; OLIVEIRA, B. C.; FERNANDES, N.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; SALA, F. C. Produção hidropônica e análise sensorial de couve-de-folhas na forma de maço de plantas jovens. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, Araras, v. 9, n. 1, e09121, 2019. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.09121>

NUNES, A. B.; AVIZ, R. O.; CASAIS, L. K. N.; SANTOS, T. V.; SOARES, D. S.; ALVES, G. A. R.; FREITAS, L. S.; BORGES, L. S. Produtividade de salsa cultivada em sistema hidropônico e semi-hidropônico, no município de Paragominas/Pará. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 11, n. 6, p. 559-567, 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0045>

OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, R. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; SANTOS, S. T.; COSTA, J. P. B. M.; MORAIS NETA, H. M.; MARQUES, I. C. S.; CORDEIRO, C. J. X. Electrical conductivity of the nutrient solution for soilless cultivation of kohlrabi. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 40, n. 2, p. 129-135, 2022. <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20220201>

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**, Richmond Hill, v. 10, n. 11, p. 259-268, 2018. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n11p259>

OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. T.; MARTINS, D. C.; COSTA, J. P. M. M. Production of coriander in substrate fertigated with increasing nutrient concentrations. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus v. 59, n. 3, p. 275-279, 2016. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2241>

RODRIGUEZ-ORTEGA, W. M.; MARTÍNEZ, V.; NIEVES, M.; SIMÓN, I.; LIDÓN, V.; ZAPATA, J. C. F.; NICOLAS, J. J. M.; ZAPATA, J. M. C.; SÁNCHEZ, F. G. Agricultural and Physiological Responses of Tomato Plants Grown in Diferent Soilless Culture Systems with Saline Water under Greenhouse Conditions. **Scientific Reports**, Londres, v. 9:6733, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42805-7>

SANTOS, O. S. **Hidroponia**. Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, p. 392, 2009.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS P. L. D.; ALMEIDA, M. B.; SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S. Qualidade e conservação da alface cultivada com rejeito da dessalinização. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 90 – 97, 2014.

SEAB/DERAL - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural do Estado do Paraná. Olericultura - **Análise da conjuntura agropecuária**. 2012. Disponível em: <seab>. Acessado em: 20 nov. 2022.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 78, p. 5-38, 1999.

SILVA, M. G.; SOARES, T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; SILVA FILHO, J. A. Crescimento e produção de coentro hidropônico sob diferentes densidades de semeadura e diâmetros dos canais de cultivo. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 312-326, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n2p312-326>

SOARES, C. S; SILVA, J. A; SILVA, G. N; BRITO NETO, J. F. Avaliação da alface em duas épocas de semeio em sistema hidropônico. **Journal of Biology & Pharmacy Agricultural Management**. João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 1-16, 2020.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 390-394, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400010>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **ArtMed**, Porto Alegre, ed. 6, p. 858, 2017.

TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; FILHO, E. G; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 804-810, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000400004>

WRIGHT, G. C.; RAO, R. C.; FARQUHAR, G. D. Water-use efficiency and carbon isotope discrimination in peanut under water deficient. **Photosynthesis**, v. 17, n. 1, p. 297-313, 1994. <https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400010016x>

ZHU, H.; ZHANG, T. J.; ZHANG, P.; PENG, C. L. Pigment patterns and photoprotection of anthocyanins in the young leaves of four dominant subtropical forest tree species in two successional stages under contrasting light conditions. **Tree Physiology**, Oxônia, v. 36, n. 9, p. 1092–1104, 2016. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw047>