



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

SANDY THOMAZ DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MANJERICÃO EM SISTEMA SEMI-
HIDROPÔNICO UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS**

Mossoró
2019

SANDY THOMAZ DOS SANTOS

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MANJERICÃO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS

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

Linha de Pesquisa: Fertilidade do solo e adubação

Orientador: Prof. D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira

Mossoró

2019

© 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.

S237d Santos , Sandy Thomaz dos .
Desempenho de cultivares de manjeriço em sistema semi-hidropônico utilizando soluções nutritivas salinizadas / Sandy Thomaz dos Santos . - 2019.
93 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira .
Coorientadora: Mychelle Karla Teixeira de Oliveira .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2019.

1. Ocimum basilicum L.. 2. hidroponia. 3. fluorescência da clorofila . 4. fotossíntese. I. Oliveira , Francisco de Assis de , orient. II. Oliveira , Mychelle Karla Teixeira de , co-orient. III. Título.

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.

SANDY THOMAZ DOS SANTOS

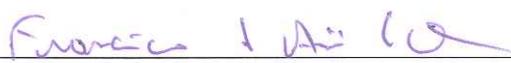
DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MANJERICÃO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO UTILIZANDO SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS

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

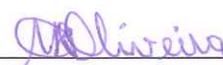
Linha de Pesquisa: Fertilidade do solo e Adubação.

Defendida em: 25 / 01/ 2019.

BANCA EXAMINADORA



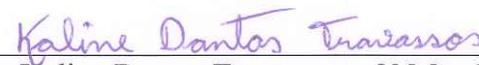
Prof. D. Sc Francisco de Assis de Oliveira – Orientador
UFERSA



Prof. D. Sc. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira – 1º Membro
UFERSA



Iarajane Bezerra do Nascimento – 2º Membro
PMAB



D. Sc. Kaline Dantas Travassos – 3º Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todas as vezes que me escutou pedindo forças para seguir o dia e ao fim agradecendo por mais aquele dia conquistado.

Aos meus pais, Sady dos Santos Filho e Arlinda Luisa Neta dos Santos pelo apoio durante toda essa caminhada de dificuldades, alegrias, renúncias e superação.

A toda minha família, por acreditarem e entenderem todos os meus momentos de ausência em busca de objetivos maiores.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de estudar na minha cidade natal, no seio da minha família e em uma instituição reconhecida como uma das melhores do país.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão do auxílio financeiro durante todo o período do mestrado.

Ao meu orientador Francisco de Assis de Oliveira (Thikão) por todos os conhecimentos passados, amizade, apoio, companheirismo e ensinamentos não só durante o mestrado, mas também durante toda a graduação, onde desde 2013 digo que eu não poderia ter conseguido melhor orientador. Quando eu tiver lá na frente, com certeza vou olhar pra trás e lembrar que cheguei aonde cheguei graças a ele.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água que, de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse meus objetivos, em especial, a Jeane Cruz Portela, pelo apoio durante o período entre o fim da graduação e início do mestrado e pela torcida.

A todos os amigos do grupo de pesquisa da qual participo, Irriganutri, em especial a Lília, Jamile, Williane, Aline, Kleane, Helena, Victor, Adailha, Paulo Victor, Adênio e Ariel pela grandiosa ajuda durante a condução e avaliações do experimento. Vocês são f...fantásticos.

A Sérgio pela imensa contribuição. Sem a ajuda dele, a condução do meu experimento seria muito mais difícil. Sérgio é o melhor engenheiro agrônomo que a vida formou.

E por fim, gostaria de agradecer especialmente a duas pessoas que não só somaram na minha vida acadêmica, como também somaram na minha vida. A primeira é Plínia, a quem conheço desde 2013 e que de lá pra cá se tornou uma companheira para todos os momentos de desabafos, alegrias, tristezas, emoções, conquistas, dificuldades, aprendizados, desentendimentos, ajuda e suporte. Sem ela eu não iria rir o tanto que é necessário para ser feliz nessa vida. Obrigado por tudo.

A segunda pessoa é Giordano. Conhecia de vista da graduação mas foi no mestrado que tive a oportunidade e alegria de ver a grande pessoa que ele é. Em pouco menos de um ano, a Ufersa me proporcionou um irmão que a vida não deu. Mano, obrigado por toda a ajuda não só durante o experimento, onde foi meu braço direito e esquerdo, mas também, pelo companheirismo e suporte durante essa caminhada. Você é o cara. Espero que essas amizades perdurem da graduação para o mestrado, do mestrado para o doutorado e do doutorado para vida.

Obrigado a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse esse objetivo.

RESUMO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma espécie medicinal e de uso na culinária, sendo uma importante alternativa de renda para pequenos horticultores, entretanto, ainda são escassos estudos com esta espécie, principalmente quanto à tolerância ao estresse salino. Assim, alternativas têm sido testadas afim de se conseguir um bom rendimento mesmo utilizando águas salinas, sendo a hidroponia uma técnica em abrangência. Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de cultivares de manjeriço à salinidade da solução nutritiva em cultivo semi-hidropônico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências Agrônomicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-árido, em Mossoró. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições, sendo a parcela experimental representada por três vasos contendo 3 dm³ de fibra de coco e uma planta em cada vaso, totalizando 135 plantas. Os tratamentos foram formados pela combinação de cinco cultivares de manjeriço (Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo) com três soluções nutritivas (S1- solução nutritiva padrão, SN (2,0 dS m⁻¹); S2 - SN + NaCl (3,5 dS m⁻¹); S3 – SN + NaCl (5,0 dS m⁻¹). O plantio foi realizado a partir de mudas e o sistema de irrigação foi de gotejamento. As plantas foram avaliadas na fase de pleno florescimento, quanto as variáveis fisiológicas (fluorescência inicial, fluorescência máxima, fluorescência variável, máxima eficiência quântica do fotossistema II, eficiência quântica efetiva do fotossistema II, dissipação não fotoquímica, dissipação fotoquímica não controlada, taxa de transporte de elétrons) e desenvolvimento (número de folhas, altura, diâmetro de caule, número e comprimento da inflorescência, número de ramos, massa fresca de folhas, massa fresca de ramos, massa fresca de inflorescências, massa seca de folhas, ramos, inflorescência e total, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e suculência foliar). Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, realizando-se desdobramento dos fatores quando ocorreu resposta significativa à interação entre os fatores. O efeito dos tratamentos foi analisado através de teste de comparação de médias. O efeito da salinidade sobre o crescimento e a fluorescência da clorofila em manjeriço variou entre as cultivares. As cultivares Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde e Roxo foram tolerantes a todos níveis salinos testados. Enquanto as cultivares Grecco a Palla e Lemoncino foram tolerantes até a salinidade de 3,5 dS m⁻¹. A fertirrigação usando água de alta salinidade promove fortes alterações na fluorescência da clorofila a das cultivares sensíveis de manjeriço. As cultivares ‘Grecco a Palla’ e ‘Alfavaca verde’ foram pouco afetadas pelo aumento da salinidade, sendo as mais tolerantes ao estresse salino. As cultivares ‘Alfavaca basilicão’, ‘Lemoncino’ e ‘Roxo’ tiveram a fluorescência da clorofila fortemente afetada pelo efeito da salinidade. O ranque de tolerância com base na fluorescência da clorofila é: ‘Grecco a Palla’ = ‘Alfavaca verde’ > ‘Alfavaca basilicão’ > ‘Lemoncino’ > ‘Roxo’.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L. hidroponia. fluorescência da clorofila. fotossíntese.

ABSTRACT

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a medicinal species also used in cooking, being an important alternative of income for small vegetable producers, but there are still few studies with this species, especially on its tolerance to salt stress. Thus, alternatives have been tested in order to achieve good yields despite using saline waters, and hydroponics is one of the main techniques. Given the above, this study aimed to evaluate the performance of basil cultivars in response to nutrient solution salinity in semi-hydroponic cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse at the Department of Agronomic and Forestry Sciences of the Federal Rural University of the Semi-Arid Region, in Mossoró-RN, Brazil. The experimental design used was randomized blocks, in 5 x 3 factorial scheme, with three replicates, and the experimental plot was represented by pots containing 3 dm³ of coconut fiber and one plant each, totaling 135 plants. Treatments resulted from the combination of five basil cultivars ('Grecco a Palla', 'Alfavaca Basilicão', 'Alfavaca Verde', 'Lemoncino' and 'Roxo') with three nutrient solutions (S1- standard nutrient solution, NS (2.0 dS m⁻¹); S2 - NS + NaCl (3.5 dS m⁻¹); S3 – NS + NaCl (5.0 dS m⁻¹). Planting was carried out using seedlings and irrigation was applied by a drip system. Plants were evaluated at full flowering stage for physiological variables (initial fluorescence, maximum fluorescence, variable fluorescence, maximum quantum efficiency of photosystem II, effective quantum efficiency of photosystem II, non-photochemical dissipation, non-regulated photochemical dissipation, electron transport rate) and development (number of leaves, height, stem diameter, number and length of inflorescences, number of branches, fresh mass of leaves, branches, and inflorescences, dry mass of leaves, branches, inflorescences and total, leaf area, specific leaf area, leaf area ratio and leaf succulence). The obtained data were subjected to analysis of variance, and the factors were further analyzed when there was significant response to the interaction between them. Treatment effects were analyzed by a test of means comparison. Salinity effect on basil growth and chlorophyll fluorescence varied among the cultivars. The cultivars 'Alfavaca Basilicão', 'Alfavaca Verde' and 'Roxo' were tolerant to all salinity levels tested, whereas 'Grecco a Palla' and 'Lemoncino' were tolerant to salinity of up to 3.5 dS m⁻¹. Fertigation using high-salinity water causes major changes in the chlorophyll *a* fluorescence of the sensitive basil cultivars. The cultivars 'Grecco a Palla' and 'Alfavaca verde' were little affected by the increase in salinity, being the most tolerant to salt stress. In the cultivars 'Alfavaca basilicão', 'Lemoncino' and 'Roxo', chlorophyll fluorescence was strongly affected by salinity. The tolerance ranking based on chlorophyll fluorescence is: 'Grecco a Palla' = 'Alfavaca verde' > 'Alfavaca basilicão' > 'Lemoncino' > 'Roxo'.

Key words: *Ocimum basilicum* L. hydroponics. chlorophyll fluorescence. photosynthesis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do experimento (A) e casa de vegetação onde foi conduzido o experimento (B). Mossoró-RN, 2018.....	24
Figura 2 - Cultivares Grecco a Palla (A), Alfavaca Basilicão (B), Alfavaca Verde (C), Lemoncino (D) e Roxo (E) utilizadas no experimento. Mossoró-RN, 2018.....	27
Figura 3 - Produção das mudas em bandejas (A) e mudas prontas para o transplântio (B). Mossoró-RN, 2018.	28
Figura 4 - Distribuição dos vasos na casa de vegetação (A) e vaso preenchido com fibra de coco (B). Mossoró-RN, 2018.....	29
Figura 5 - Sistema de irrigação do experimento. Mossoró-RN, 2018.....	30
Figura 6 - Fluorescência inicial (F_0) em cultivares de manjeriçã submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹)	37
Figura 7 - Fluorescência máxima (F_M) em cultivares de manjeriçã submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	38
Figura 8 - Fluorescência variável (F_v) em cultivares de manjeriçã submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	40
Figura 9 - Eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Y) em cultivares de manjeriçã submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹)	44
Figura 10 - Taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de manjeriçã submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	45

Figura 11 - Dissipação não fotoquímica (YNPQ) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	48
Figura 12 - Número de folhas (NF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	52
Figura 13 - Número de ramos (NRAM) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	53
Figura 14 - Comprimento de inflorescências (CINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	54
Figura 15 - Área foliar (AF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	56
Figura 16 - Área foliar específica (AFE) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	58
Figura 17 - Razão de área foliar (RAF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	59
Figura 18 - Suculência foliar (SUCFOL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	61

Figura 19 - Massa fresca de folhas (MFFOL) em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; leteas minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	62
Figura 20 - Massa fresca de ramos (MFRAM) em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	63
Figura 21 - Massa fresca de inflorescências (MFINFL) em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	64
Figura 22 - Massa seca de ramos (MSRAM) em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	67
Figura 23 - Massa seca total (MST) em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m ⁻¹ , S2 – 3,5 dS m ⁻¹ , S3 – 5,0 dS m ⁻¹).....	69
Figura 24 - Perda relativa da produção de biomassa e classificação das cultivares de manjerição quanto � tolerância à salinidade da solução nutritiva (T – tolerante, MS – moderadamente susceptível, MT – moderadamente tolerante).....	70
Figura 25 - Distribuic�o de massa seca nas diversas partes da planta em cultivares de manjerição submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	36
Tabela 2. Resumo da análise de variância da máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M), relação F_V/F_0 e relação F_0/F_V em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	40
Tabela 3. Valores médios para máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M), relação F_V/F_0 e relação F_0/F_M de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva.....	41
Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva.....	43
Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis dissipação fotoquímica não controlada (YNO) e dissipação não fotoquímica (YNPQ) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	46
Tabela 6. Valores médios para dissipação fotoquímica não controlada (YNO) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	47
Tabela 7. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos (NRAM), número de inflorescências (NINFL) e comprimento de inflorescências (CINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	49
Tabela 8. Valores médios para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC) e número de inflorescência (NINFL) de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	50
Tabela 9. Resumo da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e suculência foliar (SUCFOL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva.....	55

Tabela 10. Resumo da análise de variância para massa fresca de folhas (MFFOL), ramos (MFRAM) e de inflorescências (MFINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	61
Tabela 11. Resumo da análise de variância para massa seca de folhas (MSFOL), massa seca de ramos (MSRAM), massa seca de inflorescências (MSINFL) e massa seca total (MST) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	65
Tabela 12. Valores médios para massa seca de folhas (MSFOL) e massa seca de inflorescência (MSINFL) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	66
Tabela 13. Resumo da análise de variância de porcentagem de massa seca de ramos (%MSRAM), porcentagem de massa seca de folhas (%MSFOL) e porcentagem de massa seca de inflorescências (%MSINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva	71

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Croqui do experimento.....	92
---	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 A cultura do manjeriço.....	16
2.2 Cultivo em ambiente protegido	17
2.3 Efeitos do estresse salino nas plantas	18
2.4 Estresse salino no manjeriço	20
2.5 Alterações fisiológicas provocadas pela salinidade.....	21
2.6 Uso de água salina em sistemas hidropônicos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Localização e caracterização da área experimental	24
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	25
3.3 Instalação e condução do experimento	25
3.3.1 Cultivares utilizadas.....	25
3.3.2 Semeadura, transplântio e disposição das unidades amostrais	27
3.3.3 Práticas culturais.....	29
3.3.4 Manejo da irrigação	29
3.4 Características analisadas	31
3.4.1 Avaliações fisiológicas	31
3.4.2 Desenvolvimento.....	32
3.5 Análise estatística	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Avaliações Fisiológicas	36
4.2 Avaliações de desenvolvimento.....	49
5. CONCLUSÕES	73
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
7. ANEXOS	92

1. INTRODUÇÃO

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) é uma das plantas medicinais da família Lamiaceae mais cultivada e conhecida em todo o mundo, dada a sua grande importância em diversos segmentos de mercado, como na culinária, onde pode ser usado *in natura* como tempero, medicina alternativa popular e indústria farmacêutica (Bharti et al., 2016). Atualmente, com o aumento do consumo de alimentos naturais pelos consumidores, buscando uma alimentação mais saudável, com boas propriedades nutricionais e livres de agrotóxicos, o manjericão tem atraído ainda mais atenção.

No Brasil, a cultura é cultivada em todo o país, principalmente por pequenos agricultores da agricultura familiar (Teixera et al., 2002), estando presente também em jardins como planta ornamental. Em 2017, o Brasil produziu 3913 toneladas de manjericão, sendo 47 toneladas provenientes do Rio Grande do Norte (IBGE, 2018).

O manjericão adapta-se bem à variadas condições climáticas, no entanto, seu desenvolvimento é favorecido em condições de clima quente e úmido (Pereira & Moreira, 2011), condições essas encontradas na região nordeste do Brasil.

No semiárido nordestino, são muito comuns estudos que envolvam a cultura de importância econômica local e/ou a limitação regional mais recorrente. No entanto, é muito importante promover uma diversificação da produção, tanto para incrementar a renda dos produtores quanto para ocasionar uma variabilidade de cultivos no solo e no mercado.

Diante das diversas formas de cultivo de plantas, a hidroponia, que é o cultivo de plantas sem a utilização de solo, vem ganhando grande proporção entre os produtores. Nesse sistema de cultivo, onde o substrato não possui os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas, os mesmos devem ser fornecidos por meio de uma solução nutritiva.

Já existem diversas propostas de formulações para soluções nutritivas, as quais variam basicamente de acordo com a espécie vegetal, modelo de produção, estágio fenológico e condições climáticas de cada região (Furlani et al., 2009).

Além da concentração de nutrientes na solução nutritiva, a qualidade da água, principalmente quanto a concentração de sais dissolvidos, é fator primordial para que as culturas atinjam o máximo potencial produtivo, tendo em vista que a elevada concentração de sais na solução pode provocar desbalanço nutricional e/ou toxicidade nas plantas.

Entre as opções para o melhor aproveitamento das águas salinas estão o cultivo de espécies mais tolerantes a salinidade e o uso do sistema hidropônico que, de acordo com Medeiros et al. (2007) e Soares et al. (2007), amenizam o efeito deletério da salinidade nas plantas.

A tolerância das plantas a salinidade é variável em função de diferentes aspectos, tais como genótipo, fase fenológica da cultura, manejo cultural e sistema de cultivo, entre outros (Munns, 2005).

Levando em consideração o que já foi discutido, a cultura do manjericão mostra-se de grande importância, especialmente na região semiárida, como uma forma de complementar a renda dos produtores. No entanto, ainda são considerados escassos os trabalhos sobre a cultura nessa região, principalmente, em cultivo com substrato, uma alternativa que, atualmente, vem se mostrando eficiente na utilização de águas com qualidade inferior, uma vez que, diminui os efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas.

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo geral de analisar o desempenho de cultivares de manjericão em sistema semi-hidropônico utilizando soluções nutritivas salinizadas, tendo como objetivos específicos avaliar o efeito do estresse salino sobre a eficiência fotoquímica e o desenvolvimento em cultivares de manjericão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do manjeriço

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta pertencente à família botânica Lamiaceae e também conhecido como Alfavaca, Alfavaca-cheirosa, Basílico, Alfavaca doce, erva real, manjeriço doce (Palaretti et al., 2015). Dentre as variedades, destaca-se a *Ocimum basilicum subsp. basilicum*, onde estão inseridos os grupos *Latifolium* (cultivares de folha verde) e *Purpureum* (cultivares de folha roxa) (Almeida, 2006).

Não há um consenso exato sobre o centro de origem do manjeriço, no entanto, infere-se que seja uma planta nativa do continente asiático e africano, pois, alguns autores relatam que o manjeriço é uma planta nativa da Índia (Rodrigues et al., 2005) e outros mostram ser originária do sudoeste Asiático e da África central (Lorenzi & Matos, 2002; Rosado et al., 2011).

Segundo Reis et al. (2007), a chegada de imigrantes italianos ao Brasil aumentou o cultivo dessa hortaliça no país, sendo usada principalmente como tempero e matéria prima para a produção de óleos essenciais. Além disso, é cultivado por pequenos produtores rurais principalmente para comercialização das folhas como condimento aromático em alimentos (Palaretti et al., 2015).

No ano de 2017 foram produzidos no Brasil 3913 toneladas de manjeriço, onde o Rio Grande do Norte contribuiu com 47 toneladas (IBGE, 2018). O manjeriço é 150º produto mais comercializado na CEAGESP. Em 2017 foram comercializadas 225 toneladas, sendo as principais cidades fornecedoras Itupeva- SP (48%), Judiaí- SP (19%) e Itú (7,6%) (CEAGESP, 2017).

De forma geral, as plantas apresentam caule ereto, hábito arbustivo e ramificado, atingindo alturas de até 1,0 m, folhas simples, opostas, com tonalidades variando de verde a avermelhadas e formatos e tamanhos diversificados, a depender da espécie. As inflorescências são do tipo espiga e possuem flores de coloração branca ou arroxeadas. Sua propagação pode ser realizada por estaquia ou sementes e o fruto é do tipo aquênio, que são frutos normalmente secos e que portam a semente (Couto, 2006; Lorenzi & Abreu Matos, 2008; Palaretti et al., 2015).

Por ser uma cultura de polinização cruzada, o manjeriço apresenta elevado grau de polimorfismo, com muitas subespécies, variedades e genótipos (Rewers & Jedrzejczyk, 2016).

Por apresentarem propriedades tônicas e digestivas, as folhas e flores do manjeriço são bastante empregados na medicina alternativa para o preparo de chás, no tratamento de problemas respiratórios, reumáticos, dor de cabeça, tosse e diarreia, combate a enxaqueca, entre outras coisas (Favorito et al., 2011; Loughrin & Kasperbauer, 2001).

Os compostos do óleo essencial, extraídos tanto das folhas quanto das inflorescências, podem variar de acordo com a espécie e o local de cultivo, sendo mais abundantes linalol, eugenol, cineol e geraniol (Martins et al., 2010). É muito utilizado na indústria alimentícia como tempero em carnes, saladas, sorvetes, bebidas e, além disso, por possuir componentes aromáticos, é muito usado na indústria de perfumaria, de produtos de higiene bucal (May et al., 2008; Loughrin & Kasperbauer, 2001) e ainda com atributos inseticidas e repelentes (Umerie et al., 1998).

2.2 Cultivo em ambiente protegido

A cultura se adapta bem as mais variadas condições climáticas, sendo o crescimento favorecido em regiões de clima quente, o que permite o cultivo durante todo o ano (Pereira & Moreira, 2011). Assim, nessas regiões, faz-se necessário o manejo da irrigação de forma contínua, já que o manjeriço é sensível ao estresse hídrico (José, 2014).

De acordo com Carvalho et al. (2012), os fatores ambientais que exercem maiores influências sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura são o fotoperíodo, a luminosidade e a temperatura, além dos tratamentos culturais como nutrição e irrigação.

O cultivo em ambiente protegido se mostra como uma alternativa para os produtores de hortaliças, uma vez que minimiza os efeitos do ambiente sobre as plantas, permitindo, assim, uma produção durante todo ano e não só na época mais adequada para o cultivo de determinada cultura, pois possibilita minimizar os efeitos prejudiciais do clima, como por exemplo dos ventos e das chuvas, garantindo uma maior qualidade e produtividade (Gomes et al., 1999). Além disso, o cultivo em ambiente protegido possibilita o uso de substrato inerte no lugar de solo, principalmente quando se trata de solos com pouca aptidão agrícola (EMBRAPA, 1997).

Entre as vantagens do cultivo em casa de vegetação estão a possibilidade de obter colheitas mais precoces e durante todo o ano, aumentando a produtividade, maior eficiência no controle de pragas e doenças, menor perda de nutrientes por escoamento

superficial e lixiviação e redução de estresses fisiológicos nas plantas (Brandão Filho & Callegari, 1999).

O cultivo recomendado de manjeriço para fins comerciais é o cultivo protegido durante todo o ano e em campo apenas no período mais quente (Pereira & Moreira, 2011). De acordo com Almeida. (2006) e Pereira & Moreira. (2011) o manjeriço cultivado em casa de vegetação produz folhas maiores quando comparado com o cultivo em campo, sendo mais preferidas pelo mercado.

Fernandes et al. (2004) trabalhando em ambiente protegido com duas espécies de manjeriço, folha estreita e de folha larga, encontraram produtividade de massa verde 44% superior quando comparando o sistema hidropônico com o de substrato preparado e substrato comercial.

Resultados apresentados por Resende (2010) mostraram que o cultivo em ambiente protegido de manjeriço favoreceu o desenvolvimento da cultura, a produção e o rendimento de seu óleo essencial.

Alves et al. (2017) trabalhando com manjeriço sob estresse salino em ambiente protegido relataram redução de nas variáveis de crescimento (altura da parte aérea, diâmetro do caule, massa fresca e seca) com o aumento da salinidade.

2.3 Efeitos do estresse salino nas plantas

A escassez hídrica global aliada a salinização das águas e do solo são temas bastantes discutidos em todo mundo (Shahbaz & Ashraf, 2013). Entre as estimativas mais preocupantes estão que aproximadamente 412 milhões de hectares são afetados pela salinidade e 618 milhões por sodicidade, sendo os continentes africano, asiático, América do sul e Oceania os mais afetados (FAO & ITPS, 2015). Gupta & Huang (2014) estimaram que cerca de 20% das terras agricultáveis em todo mundo são afetadas por sais e, de acordo com Jamil et al. (2011), até 2050 esse valor pode ultrapassar 50%.

O estresse salino em plantas é considerado um fator de máxima importância para a atividade agrícola em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde as próprias condições edafoclimáticas contribuem para sua ocorrência (Munns, 2011).

No semiárido nordestino, a escassez de águas superficiais constitui um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento da região e o uso de águas subterrâneas se mostraria, teoricamente, como uma alternativa (Andrade Júnior et al., 2006; Medeiros et al., 2003)

visto que podem ser menos onerosas e de melhor qualidade. No entanto, a geologia regional favorece a ocorrência de águas salobras, que possuem uma elevada concentração salina podendo ocasionar a salinização do solo (Medeiros et al., 2017).

Assim como no cultivo a céu aberto, a qualidade da água utilizada no cultivo hidropônico, seja em sistema NFT ou em substrato, é fator primordial para se obter êxito na produção, pois a elevada salinidade do meio pode influenciar o desenvolvimento das plantas ao longo de todo o seu ciclo de vida, afetando negativamente a germinação, o crescimento, a reprodução e o seu rendimento (Marschner, 2012).

O uso de águas salinas pela maior parte dos produtores rurais do semiárido nordestino é em decorrência de alguns fatores: Segundo Oliveira et al. (2014) muitos produtores utilizam águas provenientes de reservatórios superficiais, como o calcário Jandaíra. Já Soares et al. (2010) demonstraram que a maior utilização de águas de menor qualidade é uma forma de diminuir o problema da falta de água de boa qualidade para a irrigação.

De acordo com Larcher. (2004) os processos de crescimento são mais sensíveis ao estresse salino, de forma que alterações na taxa de crescimento e a produção de biomassa são bons parâmetros para avaliar a tolerância ou sensibilidade de plantas à salinidade.

O estresse nas plantas provoca uma condição na qual ela não consegue expressar todo o seu potencial produtivo (Läuchli & Epstein, 1990) e, segundo Cova et al. (2016), a produtividade das plantas em condições de salinidade depende da presença de sais solúveis e do grau de tolerância das plantas ao estresse salino.

A salinidade pode afetar as plantas de duas formas principais. A primeira forma é o estresse osmótico, em que a elevada concentração de sais na solução do solo diminui a disponibilidade e absorção de água pelas plantas (Munns & Tester, 2008). O alto nível salino no solo resulta numa maior retenção da água, dificultando a absorção e causando estresse hídrico nas plantas (Dias & Blanco, 2010). A segunda maneira é o estresse iônico, que refere-se ao acúmulo de íons salinos em níveis tóxicos (Munns & Tester, 2008).

A presença de Na^+ e/ou Cl^- no habitat da planta podem resultar na absorção desses íons, que causam efeitos tóxicos ou podem contribuir para o ajuste osmótico (Flowers et al., 2015).

A toxicidade refere-se ao aumento na absorção de um elemento específico pela planta, causando uma diminuição no seu crescimento (Rómheld, 2012). No entanto, essa redução do crescimento pode estar ligada ao acúmulo de íons tóxicos nas folhas

provocando desequilíbrio iônico, alterações no crescimento e deficiência nutricional ou ao desequilíbrio nutricional, provocado pela diminuição da absorção de elementos essenciais pelo aumento das concentrações de Na^+ e Cl^- (Lacerda, 2004; Rómheld, 2012; Iqbal, 2014). Logo, as respostas fisiológicas mais comuns ao estresse salino são o surgimento de necrose nas folhas, perda de clorofila e descoloração (Trivellini et al., 2014).

Assim, o estudo e o cultivo de espécies mais resistentes aos efeitos da salinidade e capazes de obter bons rendimentos econômicos, mesmo nessas condições, tem aumentado nas áreas afetadas por sais (Nunes et al., 2009).

De acordo com Conus et al. (2009), a resistência à salinidade se manifesta como uma habilidade que a planta tem de evitar que grandes quantidades de sais atinjam o protoplasma, como também, de tolerar efeitos tóxicos e osmóticos dos sais na planta. Já para Shannon & Grieve (1999), a resistência se dá por meio da capacidade que a planta possui em tolerar os efeitos salinos nas raízes ou nas folhas.

2.4 Estresse salino no manjeriço

O cultivo de manjeriço em maior escala já é realidade em algumas localidades no Nordeste, voltado principalmente para a produção do óleo essencial (Favorito et al., 2011). No entanto, segundo Blank et al. (2010), ainda faz-se necessário um maior conhecimento do comportamento da cultura às particularidades climáticas da região, sobretudo na qualidade da água de irrigação, devido a uma maior concentração de sais dissolvidos (Santos et al., 2016; Vasconcelos et al., 2013) e ainda são poucos os estudos que relacionam a salinidade da água de irrigação ao desenvolvimento e produção do manjeriço, sendo a maioria dos estudos voltados para hortaliças folhosas como rúcula e alface (Bione et al., 2014).

Na literatura, alguns estudos apresentam divergências quanto a resposta do manjeriço ao estresse salino, podendo atribuir estas diferenças à heterogeneidade genotípica da cultura do manjeriço, influenciando diferentes respostas da espécie ao estresse salino (Bekhradi et al., 2015) e, dessa forma, diferentes graus de tolerância entre as cultivares.

Segundo Attia et al. (2009), o manjeriço é classificado como tolerante ou moderadamente tolerante a salinidade. Barbieri et al. (2012) trabalhando com as

cultivares Napoletano e Genovese encontraram tolerância moderada da cultura à salinidade de até 10 dS m⁻¹.

Resultados apresentados por Bione et al. (2014) mostraram que no cultivo hidropônico, o manjeriço foi classificado como tolerante à salinidade até 1,45 dS m⁻¹, moderadamente sensível entre 3,80 e 6,08 dS m⁻¹ e sensíveis ao nível de salinidade de 8,48 dS m⁻¹, apresentando reduções na produção de massa fresca e seca da parte aérea.

Já Maia et al. (2017) verificaram que a altura de plantas e a massa seca das folhas foram prejudicadas pelo aumento do nível salino das águas, demonstrando em seus resultados, que o manjeriço é tolerante à salinidade da água de irrigação até 1,5 dS m⁻¹.

Attia et al. (2009) sugerem que o Na⁺ é usado com eficiência no processo de ajustamento osmótico pela cultura do manjeriço. Ning et al. (2015) relatou menor transporte de íons de Na⁺ das raízes em direção as folhas, sendo esse um mecanismo de tolerância a salinidade.

A elevada concentração salina próximo das raízes reduz a taxa de crescimento das folhas devido, principalmente, a redução no alongamento e divisão celular. Dessa maneira, as folhas ficam menores e mais espessas (Munns & Tester, 2008), influenciando negativamente a realização de fotossíntese (Netondo et al., 2004). O aumento da salinidade reduziu significativamente a espessura foliar e a área das células parenquimáticas em manjeriço Green Iranian em estudo realizado por Bekhradi et al. (2015).

2.5 Alterações fisiológicas provocadas pela salinidade

A redução no crescimento e rendimento das plantas sob condições de estresse salino é recorrente de várias alterações fisiológicas. O processo da fotossíntese é um dos primeiros a apresentarem reações negativas provocadas pelo estresse salino. Muitos estudos relatam reduções da taxa fotossintética, da condutância estomática e degradação da clorofila em plantas submetidas a elevada salinidade (Mao et al., 2007; Sevengor et al., 2011; Taibi et al., 2016).

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

Dessa forma, as análises de fluorescência da clorofila estão sendo bastante utilizadas na avaliação de diversas formas de estresses sobre as plantas, como estresse hídrico, calor, poluição (West, 1986) e, principalmente, em relação a salinidade, que diminui a realização da fotossíntese e o transporte de elétrons (Zanandrea et al., 2006). Além disso, constitui-se um método não destrutivo de avaliação do estresse, podendo ser feita durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, possibilitando análises tanto qualitativas quanto quantitativas da absorção e uso da energia luminosa pelas plantas (Mouget & Tremblin, 2002; Netto et al., 2005).

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

Alterações na fotossíntese e na fluorescência da clorofila como resposta à salinidade tem sido demonstrada por vários autores, seja trabalhando com outras culturas de importância econômica como eucalipto (Mendonça et al., 2010), citros de toranja e Limeira (Brito et al., 2012), híbridos de citros (Silva et al., 2014) e alface (Paulus, 2008).

Em manjerição, essas alterações foram observadas por Bressan. (2015), Mancarella et al. (2016), Heidari. (2012) e Sacramento et al. (2018). De forma geral, há uma redução nos parâmetros de fluorescência avaliados, como por exemplo a diminuição nos teores de clorofila, que acaba limitando a realização de fotossíntese, redução das fluorescências inicial e máxima e redução na máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_M).

2.6 Uso de água salina em sistemas hidropônicos

Uma alternativa que, nos últimos anos, tem sido o objetivo de estudo de muitas pesquisas, é o cultivo hidropônico como forma de avaliar o melhor aproveitamento de águas salinas (Soares et al., 2007; Paulus, 2008; Amorim et al., 2005). A hidroponia refere-se ao cultivo de plantas sem a utilização de solo onde os nutrientes essenciais ao desenvolvimento são fornecidos por uma solução nutritiva (Furlani et al., 1999).

Entre as técnicas de cultivo hidropônico mais comuns estão a *Nutrient Film Technique* (NFT), *deep film technique* (DFT) conhecida também como sistema *floating*, cultivo em substrato inertes, como areia, vermiculita, cascalho, fibra de coco e a

aeroponia, que consiste em um sistema onde as raízes das plantas ficam suspensas recebendo água e nutrientes (Paulus, 2008).

Entre as vantagens da hidroponia está a amenização do problema de contaminação/salinização dos solos, o que possibilita o uso de uma fonte alternativa de água para a produção agrícola (Morais et al., 2018) gerando menor impacto ambiental (Teixeira, 1996) devido ao uso de pequenas áreas, se tornando mais adequado a realidade do nordeste brasileiro, alta produtividade, produção de produtos durante todo o ano, menor utilização de defensivos agrícolas e uma maior economia de água e fertilizantes. Como desvantagens, tem-se o elevado custo de implantação, dependência de energia elétrica e fácil disseminação de patógenos (Faquin et al., 1999).

Entre as razões para estudos em hidroponia, tem-se que os efeitos das águas salinas nesse sistema de cultivo é menos prejudicial as plantas, quando comparado ao sistema convencional com solo, uma vez que, na hidroponia, pode não existir o potencial matricial, permitindo uma maior tolerância da cultura a alta salinidade (Medeiros et al., 2007; Soares et al., 2007).

Essas pesquisas, majoritariamente, são realizadas com hortaliças folhosas em que a produção, no Brasil, é predominante no sistema hidropônico como rúcula, agrião e alface (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010; Alves et al., 2011). Aliado a isso, ainda são poucos os estudos que recomendam um manejo nutricional para plantas medicinais, levando aos produtores usarem recomendação para hortaliças na sua produção (Carvalho et al., 2005).

Assim, faz-se necessário um maior investimento em outras culturas para promover a diversificação desse sistema de cultivo. De acordo com Paulus et al. (2008), é cada vez mais comum o cultivo hidropônico de plantas aromáticas e medicinais e, com uma procura crescente por essas plantas, tornou-se necessário o desenvolvimento de estudos e técnicas agrônomicas para melhor maneja-las (Mendes & Carvalho, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no período de 4 de julho a 21 de setembro de 2018, em casa de vegetação no Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 12' 04" de latitude sul e 37° 19' 39" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m (Figura 1A).



Figura 1 - Localização do experimento (A) e casa de vegetação onde foi conduzido o experimento (B). Mossoró-RN, 2018.

O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995). Ao longo do experimento foram coletados dados climáticos referentes a temperaturas máximas (T_{max}), médias (T_{med}) e mínimas (T_{min}), bem como para umidade relativa do ar (UR), utilizando um termohigrômetro digital, sendo observadas variações de 20,9 a 36,2 °C para T_{max}; 20,2 a 35,5 °C para T_{med}; 19,5 a 34,7 °C para T_{min}; e de 27 a 96% para UR.

A casa de vegetação possui estruturação com revestimento metálico e cobertura com material plástico transparente próprio contra a incidência direta dos raios ultravioletas, medindo 7 m de largura por 18 m de comprimento, totalizando uma área de 126 m², com pé direito de 4,0 m de altura (Figura 1B).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições, sendo a unidade experimental representada por três vasos com capacidade para 3 dm³ cada, contendo substrato de fibra de coco e uma planta por vaso, totalizando 135 plantas (Anexo I).

Os tratamentos foram formados pela combinação de cinco cultivares (Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo) com três níveis de salinidade das soluções nutritivas (S1- solução nutritiva padrão (SN) (2,0 dS m⁻¹); S2 - SN + NaCl (3,5 dS m⁻¹); S3 - SN + NaCl (5,0 dS m⁻¹).

Para o preparo das soluções nutritiva utilizou-se água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA, cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características: pH= 8,30; CE= 0,50 dS m⁻¹; Ca²⁺= 3,10; Mg²⁺= 1,10; K⁺= 0,30; Na⁺= 2,30; Cl⁻= 1,80; HCO₃⁻= 3,00 e CO₃²⁻= 0,20 (mmol_c L⁻¹). Para obtenção da água dos demais níveis salinos (S2 e S3), adicionou-se cloreto de sódio (NaCl) à água de menor salinidade, ajustando-se as salinidades com um condutivímetro de bancada.

3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.1 Cultivares utilizadas

Cultivar Grecco a Palla

Caracterizada por ter porte arbustivo, anual, ereto, extremamente ramificado, podendo atingir alturas entre 40 a 50 cm. Suas flores são pequenas e esbranquiçadas, reunidas em racemos terminais curtos (Matos, 2002).

O ‘Grecco a Palla’ forma um arbusto quase que perfeitamente esférico com formato compacto. Este arbusto é composto por numerosas folhas finas, pequenas e verdes, com um aroma pungente (ISLA®).

Cultivar Alfavaca Basilicão

Planta de porte ereto, ramificada, bastante vigorosa, podendo atingir alturas de até 50 cm. Suas folhas são grandes, bastante aromáticas e possuem coloração verde, com flores reunindo-se em racimos (Lorenzi & Matos, 2002).

Cultivar Alfavaca Verde

Planta anual com folhas ovaladas, muito aromáticas. Seus talos terminam em raminhos de flores. Muito usada na culinária, servindo também para embelezar jardins podendo ser plantada em vasos. Pode atingir até 30 cm de altura (FELTRIN SEMENTES).

Cultivar Lemoncino

Planta de porte médio a alto, com folhas pequenas e ideal para canteiros e venda em ramos, com copas densa. Muito vigorosa e pouco resistente ao pendoamento (ISLA®).

Segundo Vieira et al. (2003), a cultivar de manjeriço Lemoncino (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) é um híbrido entre manjeriço verdadeiro (*Ocimum basilicum*) e manjeriço branco (*Ocimum americanum*). Apresenta forte aroma de limão, conferido pelo citral, constituinte majoritário de seu óleo essencial (Tansi & Nacar, 2000).

Manjeriço Roxo

O manjeriço Roxo possui folhas de coloração roxo esverdeada, inflorescências compridas, podendo alcançar até 20 cm com tonalidade roxa, bem como o caule, roxo e ereto, com altura em cerca de 60 cm (Kamada, 1998).

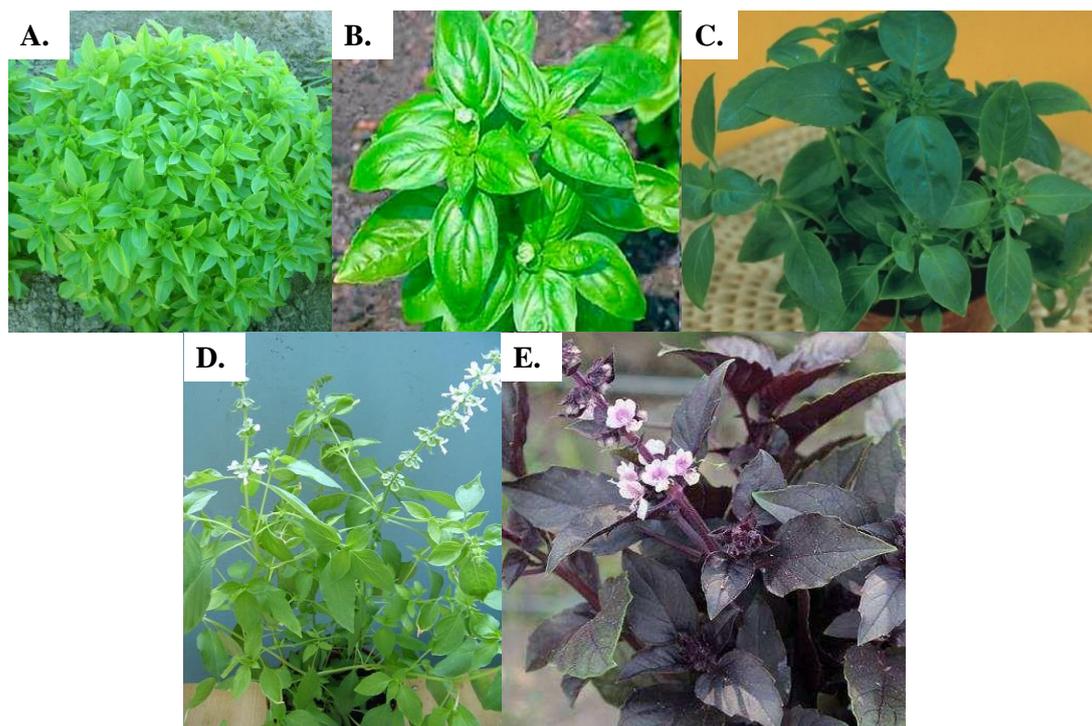


Figura 2 - Cultivares Grecco a Palla (A), Alfavaca Basilicão (B), Alfavaca Verde (C), Lemoncino (D) e Roxo (E) utilizadas no experimento. Mossoró-RN, 2018.

3.3.2 Semeadura, transplântio e disposição das unidades amostrais

O plantio foi realizado a partir de mudas produzidas em casa de vegetação, onde foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células, utilizando substrato formulado pela mistura de húmus de minhoca e fibra de coco (1:1,5) e colocando-se três sementes em cada célula (Figura 3A). O desbaste foi feito dez dias após a emergência (DAE), deixando apenas a muda mais vigorosa em cada célula.

As bandejas foram irrigadas duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra à tarde, utilizando um regador de crivo fino até o transplântio, que foi realizado 20 DAE, quando as mudas estavam com três a quatro folhas definitivas (Figura 3B), sendo transplântadas para recipientes plásticos com capacidade para 3 dm³, colocando-se uma planta em cada vaso.

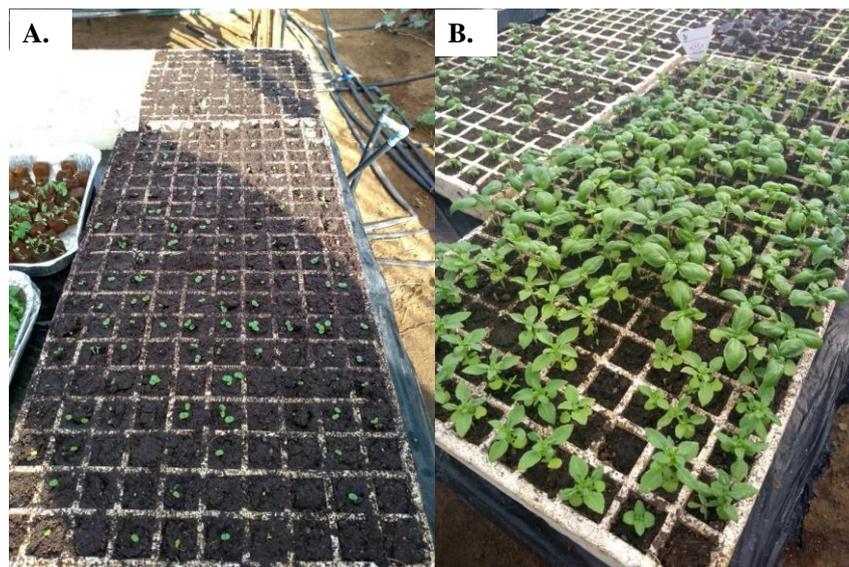


Figura 3 - Produção das mudas em bandejas (A) e mudas prontas para o transplântio (B). Mossoró-RN, 2018.

Os vasos foram distribuídos dentro da casa de vegetação e alocados em cima de três bancadas de madeira com as seguintes dimensões: 0,5 m de altura, 1,0 m de largura e 5,0 m de comprimento, coberta com filme plástico preto.

Em cada bancada foram dispostos 45 vasos distribuídos em três fileiras com 15 vasos cada, espaçados 0,45 m entre fileiras e 0,35 m entre plantas (Figura 4A). Cada vaso foi preenchido apenas com substrato de fibra de coco (Golden Mix Granulado), composto com 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base (Figura 4B). A escolha do substrato foi devido a maioria das pesquisas conduzidas em sistema hidropônico ou semi-hidropônico utilizarem a fibra de coco como o substrato inerte (Charlo et al., 2011; Gomes et al., 2011).

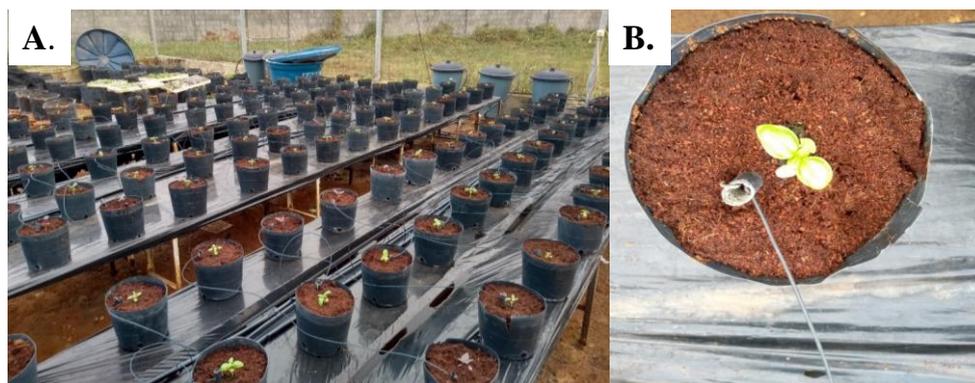


Figura 4 - Distribuição dos vasos na casa de vegetação (A) e vaso preenchido com fibra de coco (B). Mossoró-RN, 2018.

3.3.3 Práticas culturais

Nas extremidades de cada bancada foram instaladas estacas de madeira, nas quais foram fixados e esticados arames número 14 para auxiliar na sustentação das plantas.

Periodicamente, foi realizado o controle fitossanitário preventivo, utilizando produtos e doses adequadas ao nível da infestação e recomendados para as hortaliças, totalizando ao final do experimento, três pulverizações com Orfeu, defensivo orgânico Tarssus Greene e acaricida.

3.3.4 Manejo da irrigação

O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, utilizando emissores do tipo microtubos, os quais foram previamente avaliados sob condições normais de operação, com os emissores acoplados às linhas de irrigação (tubos de polietileno).

Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema de irrigação independente, formado por um motor bomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076, acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz de frequência, utilizada normalmente em máquina de lavar roupa, um reservatório (caixa d'água com capacidade para 60 L), mangueiras de 16 mm e microtubos com vazão média de 2,78 L h⁻¹ (Figura 5).



Figura 5 - Sistema de irrigação do experimento. Mossoró-RN, 2018.

A solução nutritiva padrão foi a recomendação de Furlani et al. (1999) para hortaliças folhosas, contendo a seguinte quantidade de fertilizantes, g para 1000 litros: 750; 500; 150 e 400g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; KNO_3 ; MAP; MgSO_4 , respectivamente. O fornecimento de micronutrientes foi por meio do fertilizante Rexolim[®], cujo componentes e concentrações são as seguintes: 11,6% de óxido de potássio (K_2O), 1,28% de enxofre (S), 0,86% de magnésio (Mg), 2,1% de boro (B), 0,36% de cobre (Cu), 2,66% de ferro (Fe), 2,48% de manganês (Mn), 0,036% de molibdênio (Mo), 3,38% de zinco (Zn), na dose de 30 g para 1000 litros, conforme recomendado na embalagem para hortaliças folhosas em geral.

As fertirrigações começaram a ser aplicadas um dia após o transplante, utilizando-se as mesmas doses de nutrientes para todos os tratamentos, diferenciando apenas na quantidade de NaCl adicionado aos reservatórios.

O controle da fertirrigação foi realizado através de um temporizador (Timer digital, modelo TE-2, Decorlux[®]) adotando-se a frequência de 6 irrigações diárias, ajustando-se o tempo de cada irrigação de acordo com a necessidade da cultura. Inicialmente, eram realizadas seis irrigações diárias de 30 segundos cada. Após 15 dias, o tempo de irrigação foi alterado para 45 segundos. Aos 30 DAE, a irrigação passou para seis eventos diários com duração de 2 minutos cada e dos 45 dias até a colheita, a irrigação

foi de 4 minutos para cada evento. Não foi contabilizado o consumo hídrico das plantas, entretanto, em todas as irrigações a umidade do substrato era elevada a máxima capacidade de retenção de água, a partir da visualização de drenagem nos vasos.

3.4 Características analisadas

3.4.1 Avaliações fisiológicas

Quando as plantas atingiram o pleno florescimento, foram realizadas as seguintes análises fisiológicas: fluorescência da clorofila *a*, Fluorescência inicial (F_0) e fluorescência máxima (F_M).

A fluorescência variável (F_V) foi determinada pela diferença entre a fluorescência máxima e a fluorescência inicial, conforme a equação 1:

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

Onde:

F_V – fluorescência variável;

F_M – fluorescência máxima;

F_0 – Fluorescência inicial.

A máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_V/F_M) foi obtida pela razão entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima.

A eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Y), dissipação não fotoquímica (YNPQ) e dissipação fotoquímica não controlada (YNO) foram calculadas, respectivamente, pelas equações 2, 3 e 4:

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

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

$$Y_{NO} = \frac{F}{F_M} \quad (4)$$

Onde:

Y – eficiência quântica efetiva do fotossistema II;

Y_{NPQ} – Dissipação não fotoquímica;

Y_{NO} – dissipação fotoquímica não controlada;

F – fluorescência em amostra adaptada à luz antes do pulso de saturação;

F_m' – fluorescência máxima em amostra adaptada à luz;

F_M – fluorescência máxima.

A taxa de transporte de elétrons (ETR) foi obtida pela equação 5:

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

Onde:

ETR – taxa de transporte de elétrons;

Y – eficiência quântica efetiva do fotossistema II;

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

Para todas essas análises foi utilizado um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science.

3.4.2 Desenvolvimento

Ao final do experimento (60 DAT) as plantas foram coletadas, transportadas para o Laboratório de Irrigação e Drenagem e avaliadas quanto as seguintes variáveis:

- Altura de plantas (ALT): realizada com o auxílio de uma fita métrica graduada em cm, medindo-se a superfície do substrato até a ápice caulinar;
- Número de folhas (NF): contabilizando-se todas as folhas maiores que 1,0 cm;
- Número de ramos (NRAM) e de inflorescência (NINFL): contabilizados após a colheita das plantas, considerando os ramos secundários emitidos do ramo principal;

- Comprimento de inflorescências (CINFL): medido com uma régua graduada em cm e considerando o comprimento médio de todas as inflorescências de uma planta;
- Diâmetro do caule (DC): medido com o auxílio de um paquímetro digital, distante 2,0 cm do local de corte das plantas, considerando a média de duas medidas coletadas em posições perpendiculares;
- Massa fresca de folhas (MFFOL), massa fresca de ramos (MFRAM), massa fresca de inflorescências (MFINFL): obtidas logo após corte e separação das diferentes partes das plantas, por meio de uma balança analítica de precisão, com quatro casas decimais;
- Massa seca de folhas (MSF), massa seca de ramos (MSR) e massa seca de inflorescências (MSINFL): após a separação das diferentes partes da planta, cada material foi acondicionado em sacos de papel, etiquetados e colocadas em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar até alcançarem peso constante. Posteriormente a secagem, os materiais foram pesados individualmente em balança eletrônica, sendo a massa seca total (MST) obtida pelo somatório das diferentes partes da planta (MST= MSFOL+MSRAM+MSINFL);
- Área foliar: foi determinada pelo método da coleta de discos foliares com o auxílio de um furador, ajustando-se o seu diâmetro de acordo com o tamanho das folhas de cada cultivar, retirando-se 25 discos foliares por planta. Para a sua determinação, utilizou-se a equação 6.

$$AF = \frac{(MSFOL \times AD)}{MSD} \quad (6)$$

Onde:

AF – área foliar, cm² planta⁻¹;

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

MSD – massa seca de disco, g;

AD – área de disco, cm².

- Área foliar específica (AFE): foi obtida pelo quociente entre a área foliar (AF) e a massa seca de folhas (MSFOL), conforme equação 7.

$$AFE = \frac{AF}{MSFOL} \quad (7)$$

Onde:

AFE – área foliar específica, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{MSFOL}$;

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

MSFOL – massa seca de folhas, g planta^{-1} .

- Razão de área foliar (RAF): foi obtida pelo resultado da divisão entre a área foliar (AF) e a massa seca total (MST), de acordo com a equação 8.

$$RAF = \frac{AF}{(MST)} \quad (8)$$

Onde:

RAF – razão de área foliar, $(\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{MST})$

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

MST – massa seca total, g planta^{-1} .

- Suculência foliar (SUCFOL): foi obtida pela razão entre a massa de água e a área foliar, conforme equação 9.

$$SUCFOL = \frac{(MFFOL-MSFOL)}{AF} \quad (9)$$

Onde:

SUCFOL – suculência foliar, $\text{mg}^{-1} \text{de H}_2\text{O cm}^2 \text{folha}$;

MFFOL – massa fresca de folhas, g planta^{-1} ;

MSFOL – massa seca de folhas, g planta^{-1} ;

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

Com os dados de produção de matéria seca total, foram calculadas as percentagens particionadas entre os órgãos vegetativos e o índice de tolerância à salinidade (IT),

comparando-se os dados dos tratamentos salinos com o do controle ($CEa = 2,00 \text{ dS m}^{-1}$), usando-se da Equação 10.

$$IT(\%) = \frac{\text{Produção de MST no tratamento salino}}{\text{Produção de MST no tratamento controle}} \times 100 \quad (10)$$

Os genótipos de manjeriço foram classificados quanto à tolerância à salinidade de acordo com os seguintes intervalos de redução relativa da matéria seca total: tolerante, zero a 20%; moderadamente tolerante, 21 a 40%; moderadamente suscetível, 41 a 60% e suscetível, acima de 60% (Fageria et al., 2010).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, realizando-se desdobramento dos fatores quando ocorrer resposta significativa à interação entre os fatores. O efeito dos tratamentos foi analisado através de teste de comparação de médias (Tukey, 5%). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações Fisiológicas

As variáveis fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V) obtiveram efeito significativo para a interação entre os fatores cultivares e salinidade ao nível de significância de 1% de probabilidade, conforme a análise de variância (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M) e fluorescência variável (F_V) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		F_0 (elétrons quantum ⁻¹)	F_M (elétrons quantum ⁻¹)	F_V (elétrons quantum ⁻¹)
Cultivar (C)	4	49680,42**	673462,19**	362179,70*
Salinidade (S)	2	82826,95**	782226,20**	497506,02*
C x S	8	29695,95**	648636,00**	419513,38**
Blocos	2	7248,09 ^{ns}	58050,07 ^{ns}	739813,49 ^{ns}
Resíduo	30	8441,64	133103,27	100900,09
CV (%)		12,04	11,89	13,78

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Não foi observada diferença significativa na F_0 entre as cultivares na ausência de NaCl, obtendo-se F_0 média de 759,93 elétrons quantum⁻¹. No entanto, na salinidade 3,5 dS m⁻¹ ocorreu diferença significativa entre as cultivares, sendo a cultivar Lemoncino superior à Grecco a Palla, entretanto essas cultivares não diferem das demais. No maior nível salino (5,0 dS m⁻¹) apenas a cultivar Roxo diferiu das demais e apresentou menor F_0 (Figura 6).

Com relação ao efeito da salinidade, foi observada resposta significativa apenas nas cultivares Lemoncino e Roxo, ocorrendo, inicialmente, aumento na F_0 para a salinidade 3,5 dS m⁻¹, seguindo de uma queda na F_0 quando as mesmas foram submetidas a maior salinidade (Figura 6).

A fluorescência inicial explica a fluorescência quando a quinona, receptora primária de elétrons (QA) do fotossistema II (PSII), está totalmente oxidada e o centro de reação (P680) está aberto, indicando ativação das reações fotoquímicas (Lucena et al., 2012).

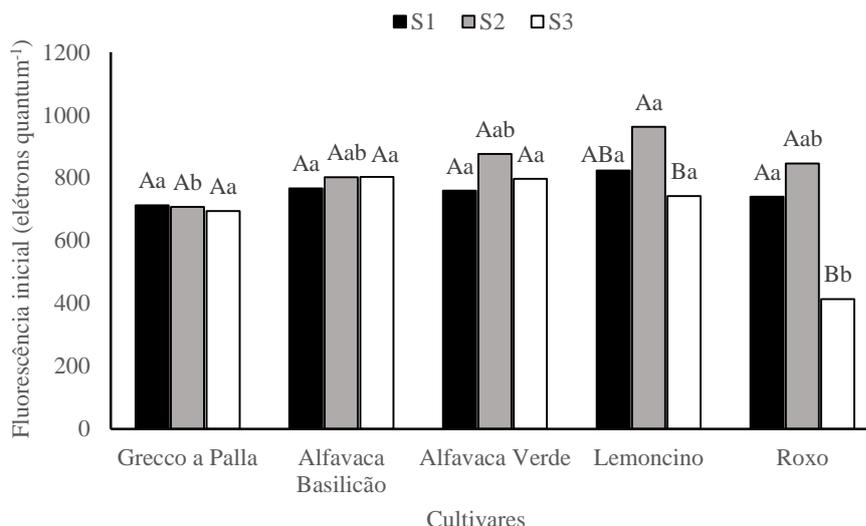


Figura 6 - Fluorescência inicial (F_0) em cultivares de manjericão submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

O aumento da F_0 até 3,5 dS m⁻¹ é um indicativo da ocorrência de injúrias as moléculas de clorofila, bem como no centro de reação do PSII, ou uma redução na transferência de energia de excitação do sistema coletor de luz para o centro de reação (Baker & Rosenqvist, 2004), fato também observado por Bressan (2015) em manjericão, cultivar Genovese, submetido a estresse salino. Silva et al. (2014) trabalhando com diferentes espécies submetidas à estresse salino, observou aumento da F_0 até a salinidade de 4,0 dS m⁻¹, concordando assim com os resultados obtidos nesse trabalho para as cultivares de manjericão até a salinidade 3,5 dS m⁻¹.

Dessa forma, o aumento da F_0 até o nível salino de 3,5 dS m⁻¹ pode inferir que essa salinidade é o início da percepção do estresse pelas plantas, sendo essa variável importante para avaliação de estresse salino (Silva et al., 2014).

Entretanto, a redução da F_0 observada na cultivar Roxo na maior salinidade evidencia a ocorrência de alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos, comprometendo, assim, a eficiência da energia de excitação a partir da antena coletora de luz e danos aos centros de reação do PSII. Uma provável explicação para essa redução é a diminuição das concentrações dos pigmentos fotossintéticos nas folhas das plantas (Tatagiba et al., 2014)

Quanto a fluorescência máxima (F_M), não foi observada diferença significativa entre as cultivares na ausência de NaCl, obtendo-se F_M médio de 3244,13 elétrons

quantum⁻¹. Para a salinidade 3,5 dS m⁻¹, o maior valor de F_M foi observado na cultivar Lemoncino (3606,33 elétrons quantum⁻¹), enquanto a cultivar Alfavaca Basilicão apresentou menor F_M (2666,67 elétrons quantum⁻¹), além disso, essas cultivares não diferiram das demais. Quando as plantas foram submetidas a maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), apenas a cultivar Roxo diferiu das demais, apresentando menor F_M (1692,67 elétrons quantum⁻¹) (Figura 7).

Analisando o efeito da salinidade sobre a F_M em cada cultivar, verificou-se que as cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Verde e Lemoncino não responderam significativamente ao estresse salino. Por outro lado, a cultivar Alfavaca Basilicão apresentou redução de 22,04% na F_M quando foi submetida à salinidade de 3,5 dS m⁻¹. Porém essa cultivar apresentou resposta positiva à maior salinidade. A cultivar Roxo foi afetada apenas na maior salinidade, resultando em perdas de 45,44% (Figura 7). Essa cultivar também teve a F₀ reduzida na maior salinidade, indicando a possibilidade de degradação da clorofila em função do estresse salino.

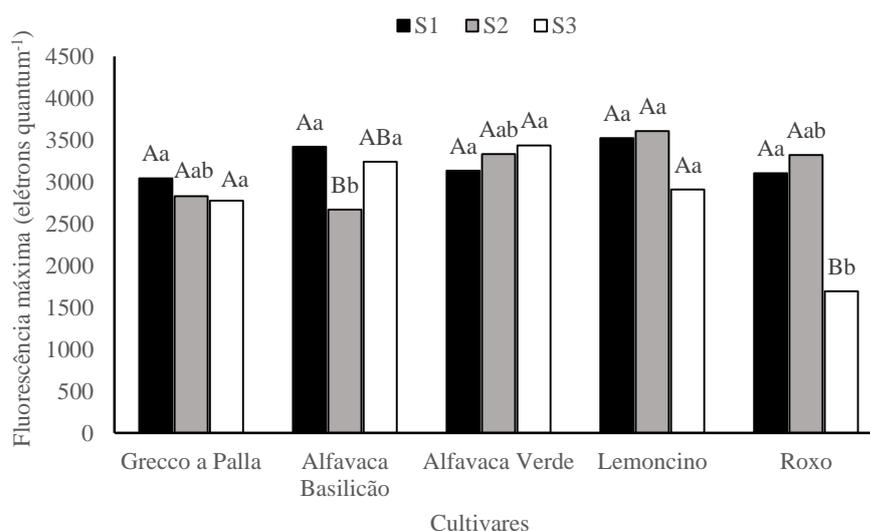


Figura 7 - Fluorescência máxima (F_M) em cultivares de manjericão submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

O aumento da F_M na maior salinidade pode estar relacionado a uma compensação do processo fotossintético na tentativa de aumentar a assimilação de CO₂ (Silva et al., 2014).

As reduções da F_M vão ao encontro das reduções na taxa de assimilação de CO_2 , o que indica uma desaceleração na atividade fotossintética visando minimizar os efeitos tóxicos da salinidade, de modo a diminuir o fluxo de entrada de água na planta e, com isso, evitar a toxicidade por excesso de íons específicos dentro da planta (Flowers & Flowers, 2005), facilitando a exclusão do sal pelo sistema radicular (Taiz & Zeiger, 2009).

Assim como observado nas fluorescências F_0 e F_M , na F_v , também não houve diferença significativa entre as cultivares nas plantas submetidas a menor salinidade, obtendo-se F_v médio de 2484,20 elétrons quantum⁻¹. Na salinidade 3,5 dS m⁻¹, a cultivar Lemoncino (2643,67 elétrons quantum⁻¹) foi superior a cultivar Alfavaca Basilicão (1865,33 elétrons quantum⁻¹) em 41,73%, apesar de estas não diferiram significativamente das demais. Na salinidade 5,0 dS m⁻¹, apenas a cultivar Roxo diferiu das demais e apresentou menor F_v (1278,67 elétrons quantum⁻¹) (Figura 8).

Quanto ao efeito da salinidade sobre a F_v , verificou-se comportamento semelhante ao ocorrido na variável F_M , ocorrendo resposta significativa apenas nas cultivares Alfavaca Basilicão e Roxo. Na Alfavaca Basilicão, a menor F_v ocorreu na salinidade 3,5 dS m⁻¹, resultando em perda de 29,72% em comparação com a menor salinidade. Já a cultivar Roxo apresentou redução apenas na maior salinidade, reduzindo 45,89% em relação a salinidade 2,0 dS m⁻¹ (Figura 8).

Silva et al. (2014) também encontraram redução da F_v trabalhando com espécies diferentes em condições de estresse salino, assim como Da Cruz et al. (2009) trabalhando com tangerina e limeira e Oliveira et al. (2018) com feijão caupi, encontrando também reduções na F_v em condições de estresse.

Quanto maior os valores da F_v , maior a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons excitados das moléculas dos pigmentos para a formação de NADPH, ATP e Fdr e, conseqüentemente, maior a capacidade de assimilação do CO_2 na fase bioquímica da fotossíntese (Roháček, 2002; Baker, 2008), assim, a cultivar Alfavaca Basilicão na salinidade 3,5 dS m⁻¹ e a cultivar Roxo na salinidade 5,0 dS m⁻¹ apresentaram, possivelmente, menor capacidade de assimilação de CO_2 .

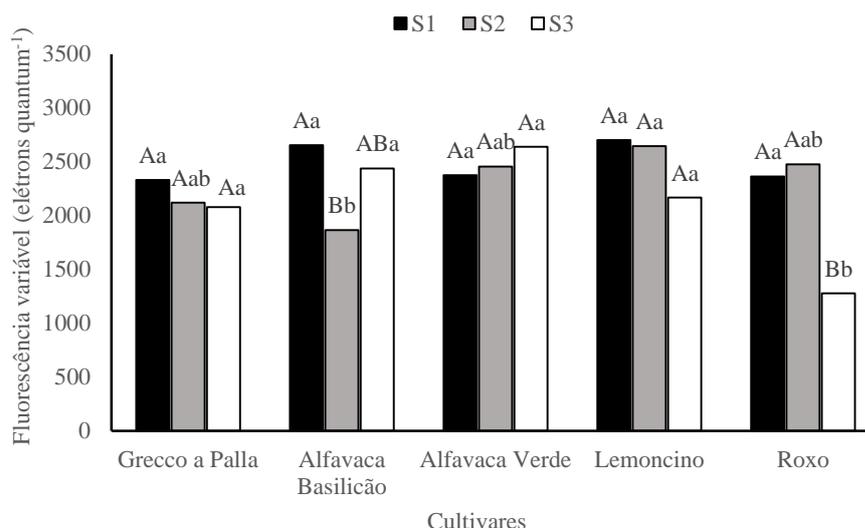


Figura 8 - Fluorescência variável (F_v) em cultivares de manjericão submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

As variáveis máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_M), relação Fluorescência variável/fluorescência inicial (F_v/F_0) e relação fluorescência inicial/fluorescência máxima (F_0/F_M) apresentaram resposta significativa para o fator isolado salinidade ao nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_M), relação F_v/F_0 e relação F_0/F_v em cultivares de manjericão submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		F_v/F_M	F_v/F_0	F_0/F_M
Cultivar (C)	4	0,000169 ^{ns}	0,02398 ^{ns}	0,000173 ^{ns}
Salinidade (S)	2	0,004120**	0,94588**	0,004216**
C x S	8	0,000576 ^{ns}	0,119307 ^{ns}	0,000564 ^{ns}
Bloco	2	0,0012 ^{ns}	0,218 ^{ns}	0,0012 ^{ns}
Resíduo	30	0,000692	0,157366	0,000693
CV (%)		3,51	13,05	10,52

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Não houve diferença significativa entre as cultivares para as variáveis F_v/F_M , F_v/F_0 e F_0/F_M , obtendo-se médias de 0,75; 3,04 e 0,25, respectivamente (Tabela 3).

Quanto ao efeito da salinidade sobre essas variáveis, verificou-se que para F_0/F_M , o uso de solução nutritiva com salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou um aumento de 17,39% em relação ao valor obtido em $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. Porém, o uso da água mais salina reduziu essa variável em 7,41% em relação a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Ocorreu comportamento semelhante para F_v/F_M e F_v/F_0 ocorrendo redução destas variáveis de 3,95 e 15,24% na salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente. No entanto, ambas aumentaram na maior salinidade, apesar de não diferirem dos valores obtidos na menor salinidade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 3).

Esses resultados assemelham-se aos observados por Bressan (2015), a qual observou valores médios variando 0,71 a 0,84, e não verificou alteração expressiva da razão F_v/F_M em função do uso de água salinizada com NaCl em níveis 1,5 e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. A redução na razão F_v/F_M indica ocorrência de estresse nas plantas tendo em vista que em condições adequadas o valor desta relação situa-se próximo a 0,83 (Bjorkman & Demmig, 1987), valor esse encontrado por Mancarella et al. (2016) trabalhando com duas cultivares de manjeriço, Napoletano e Genovese, sob estresse salino.

Tabela 3. Valores médios para máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_M), relação F_v/F_0 e relação F_0/F_M de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Cultivar	F_v/F_M	F_v/F_0	F_0/F_M
Grecco a Palla	0,75 a	3,08 a	0,25 a
Alfavaca Basilicão	0,74 a	2,97 a	0,26 a
Alfavaca Verde	0,75 a	3,09 a	0,25 a
Lemoncino	0,75 a	3,00 a	0,25 a
Roxo	0,75 a	3,05 a	0,25 a
Salinidade			
S1	0,76 a	3,28 a	0,23 b
S2	0,73 b	2,78 b	0,27 a
S3	0,75 ab	3,06 ab	0,25 ab

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

A razão F_v/F_M indica a máxima eficiência na qual a luz é absorvida pelo PSII e que efetivamente será aproveitada em processos fotoquímicos, quando todos os centros de reação do PSII estão abertos (Baker & Rosenqvist, 2004). Dessa forma, é um indicador sensível do desempenho fotossintético das plantas, com valores ótimos entre 0,75 a 0,85 para a maioria das espécies (Bolhàr-Nordenkamp et al., 1989). Essa relação tem sido

utilizada para detectar perturbações no sistema fotossintético causada pelo estresse salino, visto que sua diminuição indica um declínio na eficiência fotoquímica do PSII e um distúrbio ou danos no aparato fotossintético (Glynn et al., 2003). No entanto, conforme observado no presente trabalho, não foi possível relacionar este parâmetro com a resposta das plantas à salinidade, confirmando as observações destacadas em outros estudos desenvolvidos com manjeriço em que o uso deste parâmetro não foi eficiente para detectar ocorrência de estresse salino nas plantas (Tarchoune et al., 2012ab).

O declínio da relação F_v/F_M é um bom indicador de dano fotoinibitório quando as plantas estão sujeitas a estresses do ambiente, como por exemplo, frio e seca (Björkman & Powles, 1984).

A relação a F_v/F_0 pode ser utilizada como um indicador da eficiência máxima do processo fotoquímico no fotossistema II e/ou da atividade fotossintética potencial, apresentando valores normais médios entre 4 e 6. Dessa forma, valores inferiores são possíveis indicações de efeitos da salinidade sobre a eficiência máxima do processo fotoquímico (Zanandrea et al., 2006)

Assim, com base nessas informações, poderia-se afirmar que as plantas utilizadas no presente trabalho apresentaram-se sobre estresse, entretanto, não pode-se atribuir essa condição de estresse ao efeito da salinidade utilizada, tendo em vista que em todos os níveis salinos apresentaram F_v/F_0 menor do que 4.

O parâmetro F_0/F_M indica a produção quântica basal do processo não-fotoquímico no PSII. Vários autores preconizam a utilização do aumento desta relação como indicativo de estresse, sugerindo valores normais, ou seja, valores preconizados como padrão, entre 0,14 e 0,20 (Roháček, 2002).

Com base nessas informações, independentemente da salinidade utilizada, as plantas estavam sob condições de estresse. Porém, não pode-se afirmar o aumento da razão F_0/F_M em decorrência do estresse salino tendo em vista que mesmo na ausência de NaCl as plantas apresentaram valores superiores a 0,20.

Percebe-se, então, que as razões F_v/F_M , F_v/F_0 e F_0/F_M evidenciaram que todas as plantas estavam estressadas independentemente da cultivar e da salinidade, assim, atribui-se essa condição de estresse a outros fatores ambientais não controlados, a exemplo da temperatura. De acordo com Belkhodja et al. (1994) o estresse salino sozinho tem pouco efeito sobre o PSII, mas quando combinado com alta incidência luminosa, induz danos.

Segundo Carmo Araujo & deminisis (2009) quando a temperatura se eleva acima do ótimo, a fotossíntese começa a decrescer gradual e reversivelmente, no início, e

paulatina e irreversivelmente, em algumas temperaturas críticas. A inativação reversível da fotossíntese é um reflexo de dano nas reações dos cloroplastos, o qual persiste por um tempo após o retorno às condições de temperaturas favoráveis (Long et al., 1994).

As variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR) apresentaram resposta significativa para a interação entre os fatores cultivares e salinidade ao nível 1% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis eficiência quântica efetiva do PSII (Y) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		Y	ETR ($\mu\text{mols elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Cultivar (C)	4	0,0337 ^{ns}	5922,88*
Salinidade (S)	2	0,0113 ^{ns}	11490,00**
C x S	8	0,0528**	5760,16**
Bloco	2	0,014 ^{ns}	3107,53 ^{ns}
Resíduo	30	0,01404	1726,66
CV (%)		22,64	42,12

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Não houve diferença significativa entre as cultivares para a variável Y nas salinidades 2,0 e 3,5 dS m⁻¹, obtendo-se valores médios de 0,55 e 0,49. Na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), os maiores valores ocorreram nas cultivares Grecco a Palla (0,6603), Alfavaca Verde (0,5813), Lemoncino (0,6593) e Roxo (0,5020), apesar desta última não diferir da cultivar Alfavaca Basilicão (0,2567), que apresentou menor valor (Figura 9).

Em relação ao efeito da salinidade sobre esta variável (Y), verificou-se que houve resposta significativa nas cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino. Na primeira, ocorreu redução de 62,10% no Y comparando as salinidades de 2,0 e 5,0 dS m⁻¹. Na cultivar Lemoncino, inicialmente, ocorreu uma redução na salinidade de 3,5 dS m⁻¹ com um posterior aumento na maior nível salino (5,0 dS m⁻¹) de 51,32% em relação a menor salinidade de 2,0 dS m⁻¹ (Figura 9).

O parâmetro Y indica a fração de energia absorvida pela clorofila associada ao PSII que foi utilizada em atividade fotoquímica. Dessa forma, demonstra a quantidade de elétrons transportados, indicando a ocorrência da fotossíntese (Baker, 2008). O principal fator que determina essa eficiência quântica é a capacidade dos elétrons serem removidos

da quinona receptora do PSII, estando diretamente relacionado com a taxa de consumo de ATP e NADPH, produtos resultantes do transporte de elétrons na fotossíntese (Netto et al., 2005).

Conseqüentemente as reduções de Y são indicativos de redução na atividade fotossintética dessas cultivares. Azevedo Neto et al., (2011) também relataram redução de Y em espécie diferente cultivada sob estresse salino.

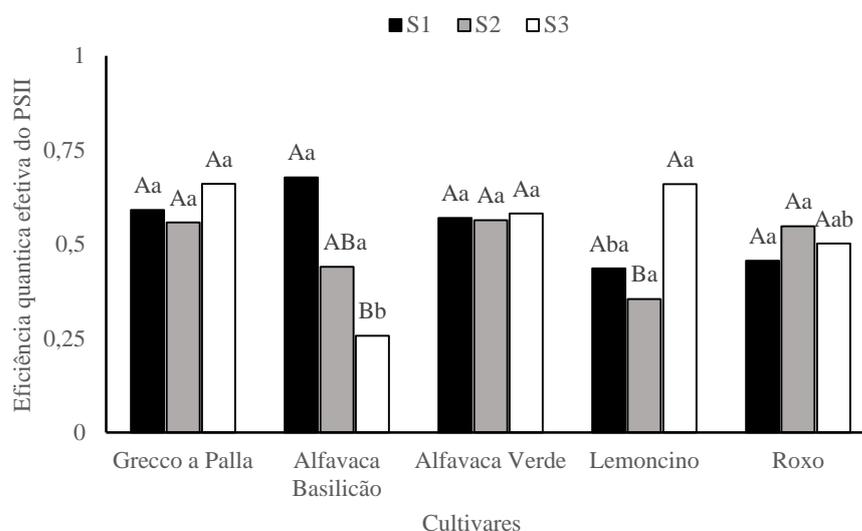


Figura 9 - Eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Y) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

As cultivares não diferiram significativamente quanto a variável ETR nas salinidades 2,0 e 3,5 dS m⁻¹, obtendo-se médias de 71,01 e 126,36 μmols elétrons m⁻² s⁻¹, respectivamente. No entanto, as cultivares diferiram quando utilizou-se solução nutritiva de maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), na qual a cultivar Roxo foi superior as demais, que não diferiram entre si (Figura 10).

Avaliando o efeito das salinidades, percebe-se que ocorreu resposta significativa na cultivar Alfavaca Basilicão, que, inicialmente, apresentou um aumento de 89,64% na salinidade de 3,5 dS m⁻¹ comparando com a de 2,0 dS m⁻¹, seguida de uma queda de 59,20% na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), em relação ao nível salino 3,5 dS m⁻¹. Para a cultivar Roxo, a ETR aumentou conforme aumento no nível salino. As cultivares Grecco

a Palla, Alfavaca Verde e Lemoncino não apresentaram resposta significativa, obtendo médias de 90,79; 78,69 e 79,51 $\mu\text{mols elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 10).

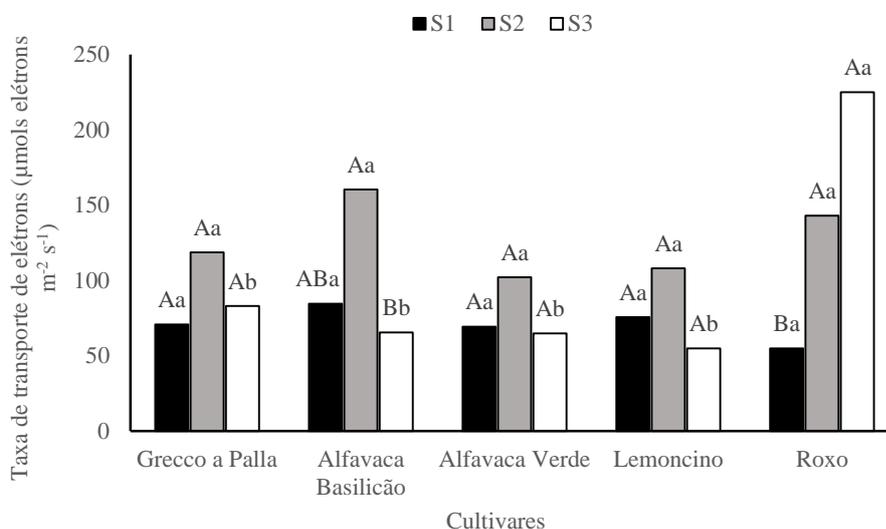


Figura 10 - Taxa de transporte de elétrons (ETR) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

A maioria dos estudos que avaliam a ETR encontram redução para esta variável com o aumento da salinidade (Tatagiba et al., 2014). Tatagiba et al. (2014) trabalhando com tomate em hidroponia encontraram redução da ETR com aumento do nível salino em concentrações de 50, 100 e 150 mmol L⁻¹ de NaCl.

Segundo Verslues et al. (2006), a maior concentração salina eleva o potencial osmótico, reduzindo a disponibilidade de água para as plantas. Dessa forma, ocorre a inativação dos transportadores de elétrons fotossintéticos, levando a uma possível inativação irreversível da via de transporte de elétrons fotossintéticos por proteínas (Allakhverdiev et al., 2000). Assim, o decréscimo da ETR revela a inabilidade das cultivares, sob condições de elevada salinidade, em manterem o fluxo normal de transporte de elétrons dos cloroplastos (Ghannoum et al., 2003).

No entanto, a cultivar Alfavaca Basilicão sob salinidade de 3,5 dS m⁻¹ aumentou a taxa de transporte de elétrons em prol do aumento da taxa fotossintética, afim de minimizar os impactos da salinidade. No entanto, quando submetida a salinidade de 5,0 dS m⁻¹, a ETR foi reduzida, provavelmente devido a uma maior taxa de consumo de ATP e NAPH reduzida para a assimilação de CO₂ (Penella et al., 2014).

Destaca-se também que a cultivar Roxo apresentou elevação nos valores de ETR a medida que aumentou-se a concentração salina. Dessa forma, infere-se que, mesmo em condições de elevada salinidade, a cultivar mostrou-se mais hábil na absorção de água e manutenção do fluxo de transporte de elétrons para realização da fotossíntese.

Outra possível explicação para essa elevação da ETR com o aumento da salinidade seria a cor roxa da cultivar, caracterizada pela presença de antocianinas nas folhas, caule e tecidos florais, que exerceriam uma função fotoprotetora e antioxidante, diminuindo os efeitos negativos do estresse salino (Landi et al., 2013; Landi et al., 2014). Entretanto, é possível que o aumento no fluxo de transporte de elétrons esteja relacionado aos baixos índices de F_0 , F_M e F_V , e tenha a função de compensar à atividade fotossintética e degradação das moléculas de clorofila, ocasionada pelo estresse salino.

A partir da análise de variância verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores Cultivar e Salinidade para a variável dissipação não fotoquímica (YNPQ) ao nível de 5% de probabilidade. Verificou-se ainda que a variável dissipação fotoquímica não controlada (YNO) foi afetada pelos fatores cultivar e salinidade de forma isolada, ambos ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis dissipação fotoquímica não controlada (YNO) e dissipação não fotoquímica (YNPQ) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		YNO	YNPQ
Cultivar (C)	4	0,00123*	0,0287 ^{ns}
Salinidade (S)	2	0,0015*	0,01723 ^{ns}
C x S	8	0,00089 ^{ns}	0,04154*
Bloco	2	0,00018 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Resíduo	30	0,00046	0,011
CV (%)		31,18	25,59

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

A cultivar Roxo foi superior a cultivar Alfavaca Verde quando à variável YNO, apesar destas não diferirem significativamente das demais (Tabela 6).

Referindo-se ao efeito da salinidade, verifica-se que, de forma geral, a variável YNO reduziu até a salinidade de 3,5 dS m⁻¹, com um posterior aumento na salinidade de 5,0 dS m⁻¹ (Tabela 6).

Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Sacramento et al. (2018) trabalhando com diferentes espécies, os quais também constataram que em condições de estresse também ocorre aumento no parâmetro YNO.

Dessa forma, aumento na variável YNO indica que as plantas apresentaram uma maior perda de energia, que pode ter sido dissipada de forma não controlada no PSII, na forma de calor ou por emissão de fluorescência, podendo estar associada à fotoinibição (Bazihizina et al., 2015). Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Sacramento et al. (2018) trabalhando com diferentes espécies, os quais também constataram que em condições de estresse também ocorre aumento no parâmetro YNO.

Tabela 6. Valores médios para dissipação fotoquímica não controlada (YNO) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Cultivar	YNO
Grecco a Palla	0,0618 ab
Alfavaca Basilicão	0,0661 ab
Alfavaca Verde	0,0572 b
Lemoncino	0,0709 ab
Roxo	0,0875 a
Salinidade	
S1	0,0658 ab
S2	0,06046 b
S3	0,07986 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Para a variável YNPQ, não houve diferença significativa entre as cultivares para os níveis salinos de 2,0 e 3,5 dS m^{-1} , obtendo-se médias de 0,3876 e 0,4463, respectivamente. Para a salinidade de 5,0 dS m^{-1} , a cultivar Alfavaca Basilicão foi superior as demais, que não diferiram significativamente entre si (Figura 11).

Ainda na Figura 11, observando o efeito da salinidade, percebe-se resposta significativa apenas para as cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino. A Alfavaca Basilicão apresentou aumento de 133,94% na salinidade de 5,0 dS m^{-1} em comparação com a salinidade de 2,0 dS m^{-1} , enquanto a cultivar Lemoncino reduziu a YNPQ com o aumento da salinidade, ocorrendo perda de 42,95% nas plantas submetidas ao maior nível salino, em relação aquelas cultivadas na ausência de NaCl (2,0 dS m^{-1}).

Resposta interativa entre salinidade e cultivares de manjeriço também foi observada por Mancarella et al. (2016) que, trabalhando com as cultivares Napoletano e

Genovese, verificaram aumento nos valores de YNPQ com o aumento da salinidade para a cultivar Napolitano, enquanto que para a cultivar Genovese não houve nenhuma alteração.

A YNPQ refere-se a dissipação da energia na forma de calor através do mecanismo fotoprotetor regulador (ciclo de xantofila), o que evita danos provocados pelo excesso de fótons, de forma que uma YNPQ elevado indica alta capacidade fotoprotetora (Sacramento et al., 2018; Stirbet & Govindjee, 2011)

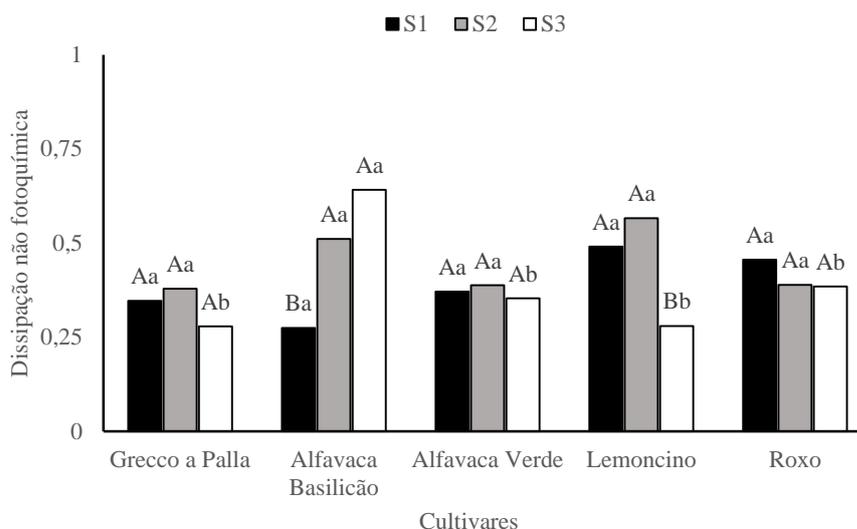


Figura 11 - Dissipação não fotoquímica (YNPQ) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Aumento na YNPQ na cultivar Alfavaca Basilicão provavelmente é um mecanismo minimizador do estresse provocado pelo aumento da concentração da NaCl, que se dá por meio da dissipação da energia em processos não fotoquímicos, na forma de calor, sendo este resultado em concordância com a diminuição do parâmetro Y na mesma cultivar, onde a energia luminosa seria dissipada para a fotossíntese. Esta é uma estratégia de proteção do aparato fotossintético contra o excesso de energia (Li et al., 2010). Por outro lado, uma redução no valor de YNPQ na cultivar Lemoncino indica uma incapacidade de reações fotoprotetoras, o que pode eventualmente causar danos ao aparato fotossintético (Schreiber, 2008).

4.2 Avaliações de desenvolvimento

A partir da análise de variância verificou-se que houve efeito significativo entre os fatores cultivares e salinidade para as variáveis número de folhas (NF) e número de ramos (NRAM) ao nível de significância de 1% de probabilidade, bem como para o comprimento da inflorescência (CINFL) ao nível de 5% (Tabela 7).

Para as variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DC) e número de inflorescência (NINFL) houve efeito significativo do fator isolado cultivar ($p < 0,01$). Além disso, verificou-se efeito significativo da salinidade de forma isolada sobre ALT, DC ($p < 0,01$) bem como para NINFL, ao nível de significância de 5% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos (NRAM), número de inflorescências (NINFL) e comprimento de inflorescências (CINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		ALT (cm)	DC (mm)	NF	NRAM	NINFL	CINFL
Cultivar (C)	4	14422,75**	11,48**	940690,61**	22,14**	13779,24**	306,07**
Salinidade (S)	2	233,86**	11,35**	280338,02**	21,49**	660,68*	48,02**
C x S	8	14,83 ^{ns}	2,51 ^{ns}	256858,57**	21,74**	415,24 ^{ns}	17,52*
Bloco	2	5,26 ^{ns}	1,49 ^{ns}	27723,82 ^{ns}	2,44 ^{ns}	134,96 ^{ns}	5,42 ^{ns}
Resíduo	28	15,6	1,37	15442,63	3,8	221,69	6,07
CV (%)		11,31	15,65	19,09	11,96	15,09	12,47

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

As cultivares diferiram entre si quanto à altura das plantas, sendo a cultivar Alfavaca Basilicão superior as demais, enquanto a cultivar Grecco a Palla, apresentou menor altura (Tabela 8). Ainda na Tabela 8, verifica-se que as cultivares Grecco a Palla e Alfavaca basilicão apresentaram maior diâmetro do caule, apesar da cultivar Alfavaca Basilicão, não diferir das demais. Quanto ao número de inflorescência, verifica-se que apenas a cultivar Grecco a Palla diferiu das demais, apresentando menores valores.

A cultivar Grecco a Palla, por apresentar menor número de inflorescência, pode ser um indicativo desta dar prioridade a distribuição de fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo. Essas características são típicas de cada cultivar e tem sido observada por outros autores, a exemplo de Fernandes (2014), o qual observou menor desenvolvimento em altura para a cultivar Grecco a Palla.

Quanto ao efeito da salinidade, verifica-se que o uso de solução nutritiva com salinidade 5,0 dS m⁻¹ proporcionou a redução nas variáveis ALT e DC, resultando em perdas de 13,62 e 19,55%, respectivamente, em comparação com os valores dessas variáveis nas plantas submetidas à menor salinidade (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC) e número de inflorescência (NINFL) de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Cultivar	ALT (cm)	DC (mm)	NINFL
Grecco a Palla	35,77 d	9,58 a	30,00 b
Alfavaca Basilicão	68,66 a	8,11 ab	120,22 a
Alfavaca Verde	62,66 b	7,07 b	123,11 a
Lemoncino	49,66 c	6,75 b	103,44 a
Roxo	53,55 c	7,35 b	116,67 a
Salinidade			
S1	57,80 a	8,44 a	94,40 b
S2	54,46 a	8,09 a	106,33 a
S3	49,93 b	6,79 b	95,33 b

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Reduções na ALT e DC no cultivo de manjeriço submetido à estresse salino também foram observados por outros autores, seja no cultivo em solo (Maia et al., 2017; Capello, 2017; da Silva et al., 2017) ou em sistema hidropônico NFT (Bione et al., 2014) e floating (Bernstein et al., 2010). Bione et al. (2014) e Maia et al. (2017) verificaram redução linear nessas variáveis com o aumento da salinidade da água de irrigação, enquanto no presente trabalho não ocorreu redução significativa até a salinidade de 5,0 dS m⁻¹, provavelmente pela maior tolerância à salinidade que ocorre em plantas cultivadas em fibra de coco.

A diminuição da altura da planta em condições salinas pode estar relacionada com uma redução da divisão e/ou expansão celular e crescimento da planta associados à baixa pressão de turgescência e à redução da capacidade de síntese de compostos orgânicos, devido à diminuição da taxa fotossintética, associando-se por isso aos efeitos osmóticos deste estresse (Munns & Tester, 2008).

Houve efeito significativo da salinidade sobre o número de inflorescência (NINFL), apresentando um aumento na salinidade 3,5 dS m⁻¹ seguida por uma redução no maior nível salino (5,0 dS m⁻¹) (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com os

observados por da Silva et al. (2017), os quais verificaram redução nesta variável em plantas de manjericão submetidas ao estresse salino. No entanto, estes autores trabalharam com cultivo em solo, condição em que o efeito deletério da salinidade é mais evidente devido ao maior gasto energético da planta para absorver água em comparação com as plantas cultivadas em sistema hidropônico.

As cultivares de manjericão responderam de forma diferente à salinidade da água de irrigação em relação ao número de folhas. A cultivar Grecco a Palla apresentou maior (NF) em relação às demais na menor salinidade, enquanto as cultivares Roxo e Alfavaca Basilicão apresentaram menores valores. Na salinidade $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, os maiores valores foram obtidos nas cultivares Grecco a Palla e Alfavaca Verde, apesar desta última não diferir significativamente das cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino, enquanto o menor número de folhas ocorreu na cv. Roxo. Na maior salinidade ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) o maior número de folhas foi observado na cvs. Alfavaca Verde e Grecco a Palla, que não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, as cultivares Alfavaca basilicão, Lemoncino e Roxo apresentaram menor número de folhas (Figura 12).

Não houve efeito da salinidade sobre o número de folhas nas cultivares Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo, obtendo-se NF médios 474,22; 755,88; 449,66; 402,00, respectivamente. Por outro lado, a cultivar Grecco a Palla reduziu significativamente o NF com o aumento da salinidade, apresentando reduções de 43,18 e 67,94%, nos níveis salinos $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ em comparação com a salinidade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 12).

Barbieri et al. (2012) trabalhando com duas cultivares de manjericão, Napoletano e Genovese, verificaram que o número de folhas na cultivar Genovese diminuiu em até 50% no tratamento mais salinizado ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) quando comparado com o tratamento controle (0 dS m^{-1}), sendo essa uma das respostas das plantas ao estresse salino, enquanto a cultivar Napoletano não apresentou resposta significativa à salinidade quanto ao número de folhas. A divergência na resposta dessas cultivares, assim como observado no presente estudo, demonstra a divergência genética em resposta à salinidade para e emissão foliar.

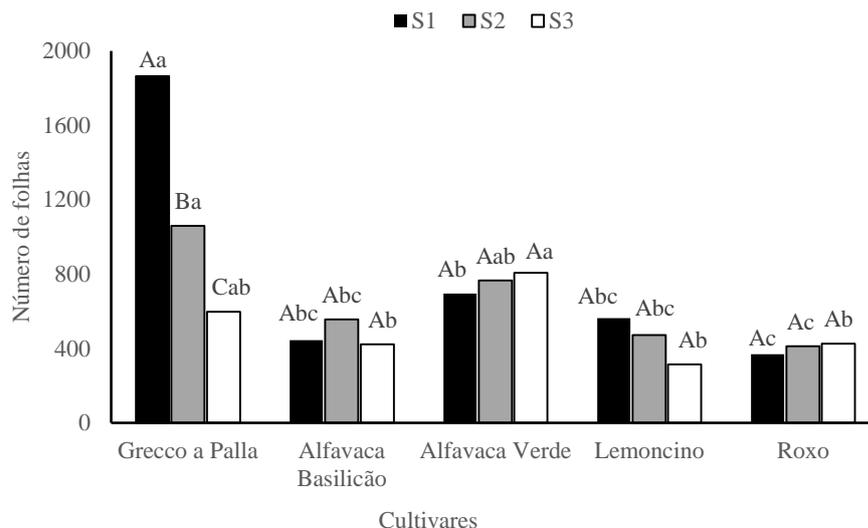


Figura 12 - Número de folhas (NF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

As cultivares de manjeriço diferiram significativamente quanto ao número de ramos (NRAM) apenas na menor salinidade (2,0 dS m⁻¹), sendo a cultivar Grecco a Palla superior as demais. Nas salinidades de 3,5 e 5,0 dS m⁻¹ não ocorreu diferença significativa entre as cultivares, obtendo-se NRAM médio 16,73 e 14,93, respectivamente (Figura 13).

Quanto ao efeito da salinidade sobre o NRAM, verificou-se que ocorreu resposta variada de acordo com a cultivar analisada. Na cultivar Grecco a Palla ocorreu redução nesta variável com o aumento na concentração de NaCl, apresentando perdas de 26,37 e 37,5% nas salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹, respectivamente, em comparação com as plantas submetidas a menor salinidade 2,0 dS m⁻¹. A cv. Alfavaca Basilicão apresentou, inicialmente, aumento no NRAM para a salinidade 3,5 dS m⁻¹ com o incremento de 43,61%, no entanto, na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹) ocorreu redução de 5,15%, em comparação com o NRAM obtido na menor salinidade (2,0 dS m⁻¹). Nas demais cultivares não houve efeito significativo, obtendo-se em médias de 16,11; 15,67; 16,11 ramos por planta, para Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo, respectivamente (Figura 13).

Redução no número de ramos de manjeriço em resposta à salinidade também foi observada por Maia et al. (2017) que, trabalhando com as cultivares, Verde e Roxo, verificaram queda linear na cultivar Roxo, resultando em perdas de 30,6% na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹). No entanto, a cultivar Verde apresentou, inicialmente, uma elevação no número de ramos seguida por uma redução na maior salinidade.

Dessa maneira, os resultados mostram que as cultivares possuem graus de tolerância ao estresse salino diferentes quanto a emissão de ramos, confirmando os resultados apresentados por (Maia et al., 2017).

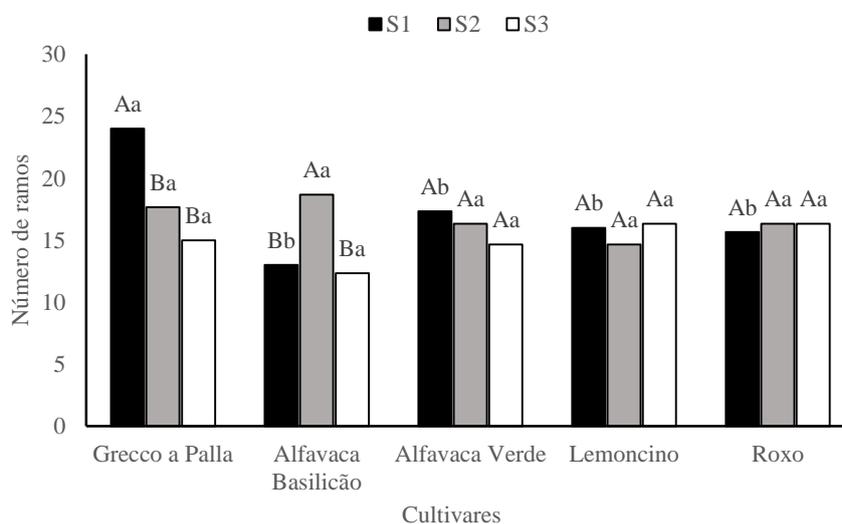


Figura 13 - Número de ramos (NRAM) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Álvarez & Sánchez-Blanco (2014) estudando o efeito da salinidade a longo prazo, em plantas ornamentais da espécie *Callistemon citrinus*, constataram que o estresse salino pode interferir na absorção de nutrientes essenciais, contribuindo para uma maior inibição do crescimento, afetando sua morfologia, ou mesmo, reduzindo a sobrevivência da planta.

As cultivares demonstraram respostas diferentes quanto ao comprimento de inflorescências (CINFL) na menor salinidade (2,0 dS m⁻¹), em que as cultivares Alfavaca Verde e Lemoncino apresentaram maior CINFL em relação as demais, apesar de não diferir significativamente da cultivar Roxo, que, por sua vez, não difere da cv. Alfavaca Basilicão. Já a cv. Grecco a Palla apresentou o menor valor para o CINFL nesta (2,0 dS m⁻¹). Nas salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹, apenas a cv. Grecco a Palla diferiu significativamente das demais, apresentando menor CINFL (Figura 14).

Ainda na Figura 14, verifica-se que não houve efeito da salinidade sobre o CINFL nas cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão e Roxo, apresentando valores médios para o CINFL de 9,94; 19,00 e 22,28 cm, respectivamente. As cultivares Alfavaca Verde e Lemoncino reduziram significativamente o CINFL com o aumento da salinidade,

apresentando reduções de 33,32 e 21,42%, respectivamente, em comparação com o tratamento de menor salinidade ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$).

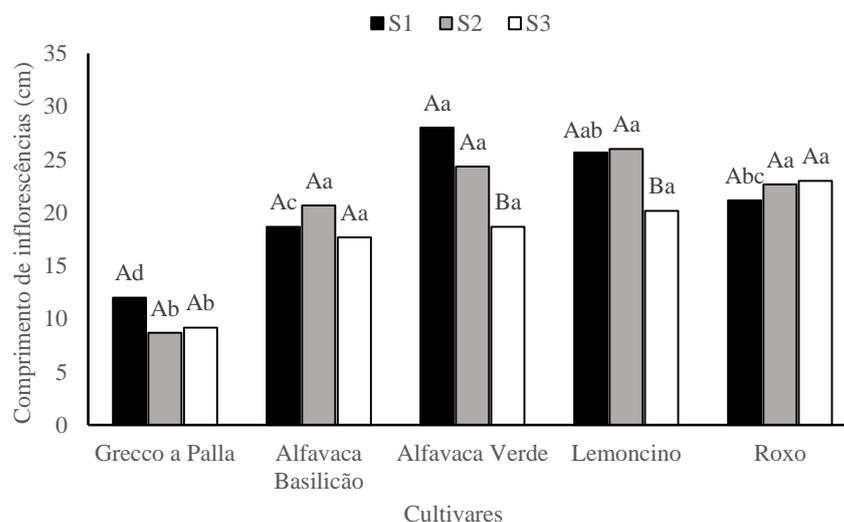


Figura 14 - Comprimento de inflorescências (CINFL) em cultivares de manjericão submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, S2 – $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, S3 – $5,0 \text{ dS m}^{-1}$)

Redução no CINFL de manjericão também foi observada por outros autores, seja em cultivo em areia (Vernieri et al., 2006), em hidroponia (Elhindi et al., 2017a) ou em solo (Elhindi et al., 2017b), podendo afetar, conseqüentemente, a produção de sementes.

A variável comprimento de inflorescência mostra-se fundamental sobre o ponto de vista comercial, que envolve a produção de sementes, pois, quanto maior a inflorescência maior o número de sementes por como também para fins ornamentais (França, 2016)

Com relação as variáveis área foliar (AF), razão de área foliar (RAF) e suculência foliar (SUCFOL), verifica-se de acordo com a análise de variância que houve efeito significativo para a interação entre os fatores cultivares e salinidade ao nível de significância de 1% de probabilidade, assim como para a área foliar específica (AFE) ao nível de 5% (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e suculência foliar (SUCFOL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		AF (cm ² planta ⁻¹)	AFE (cm ² g ⁻¹ MSF)	RAF (cm ² g ⁻¹ MST)	SUCFOL (mg ⁻¹ H ₂ O cm ² folha)
Cultivar (C)	4	6167701**	6463,85**	1482,27**	610,949**
Salinidade (S)	2	583464,40**	845,76 ^{ns}	36,08 ^{ns}	70,06 ^{ns}
C x S	8	146640,38**	942,67*	62,71**	522,23**
Bloco	2	271,22 ^{ns}	1260,96*	15,38 ^{ns}	22,06 ^{ns}
Resíduo	28	42487,12	354,60	18,94	23,65
CV (%)		11,55	13,91	11,75	9,80

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Analisando a área foliar (AF), verifica-se que as cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde apresentaram os maiores valores na menor salinidade (2,0 dS m⁻¹) não diferindo significativamente entre si. A cv. Grecco a Palla, por outro lado, apresentou o menor valor de AF. Para a salinidade 3,5 dS m⁻¹, as cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde também apresentaram os maiores valores de AF, não diferindo significativamente entre si e, a cultivar Grecco a Palla apresentou o menor valor, embora não difira significativamente da cultivar Lemoncino. Na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), ocorreu comportamento semelhante ao observado no nível salino de 3,5 dS m⁻¹, onde as cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde apresentaram o melhor desempenho, não diferindo entre si e a cultivar Grecco a Palla o menor valor de AF, não diferindo significativamente da cultivar Lemoncino (Figura 15).

Analisando o efeito da salinidade sobre a AF, verificou-se que as cultivares Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão não foram afetadas pelo aumento dos níveis salinos das soluções nutritivas, obtendo médias de 819,44 e 2604,44 cm² planta⁻¹, respectivamente. Por outro lado, as cultivares Alfavaca Verde e Lemoncino reduziram a AF com o aumento da salinidade (5,0 dS m⁻¹), apresentando perdas de 21,78 e 45,08%, respectivamente, em relação ao menor nível salino (2,0 dS m⁻¹). A cultivar Roxo apresentou, primeiramente, um aumento da AF na salinidade 3,5 dS m⁻¹, com incremento de 16,7%, porém, reduziu na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), com perda de 25,83% em relação a salinidade 2,0 dS m⁻¹ (Figura 15).

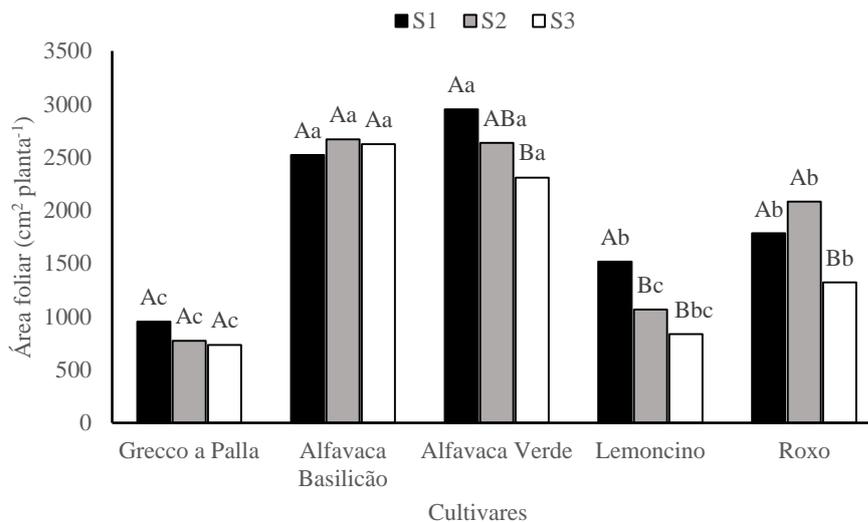


Figura 15 - Área foliar (AF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Estudo realizado por Maia et al. (2017), trabalhando com as cultivares de manjeriço Verde e Roxo cultivadas em solo, também observaram redução da área foliar com o aumento da salinidade da água de irrigação. A redução da área foliar de manjeriço provocada pelo estresse salino a partir de 2,5 dS m⁻¹ também foi relatada por Bernstein et al. (2010) trabalhando com a cultivar Perrie em sistema hidropônico. Barbieri et al. (2012) trabalhando com duas cultivares de manjeriço, Napoletano e Genovese, em condições salinas, verificaram que essa redução está associada ao número de folhas reduzido e ao tamanho da folha característico de cada cultivar.

De acordo com Mahmoud & Mohamed (2008), a aceleração da senescência foliar devido a maior concentração de sais na água de irrigação causa a redução na área foliar. Entre as alternativas para manter a absorção de água em condições de estresse salino, as plantas realizam alterações morfológicas e anatômicas, como por exemplo, a diminuição da transpiração (Munns & Tester, 2008).

Taiz & Zeiger (2013) atribuem a redução da área foliar ao fato de ocorrer uma menor divisão celular e expansão foliar das plantas em condições de elevada salinidade, gerando consequências como um menor crescimento.

Plantas submetidas ao estresse salino tem sua expansão foliar reduzida, devido ao retardamento na emissão foliar que, conseqüentemente, reduz a área foliar disponível para

fotossíntese, sendo o efeito ainda mais acentuado, quando o tempo de exposição ao estresse é prolongado (Niu et al., 2013).

Com relação a área foliar específica (AFE), o maior valor obtido na salinidade 2,0 dS m⁻¹ foi observado na cv. Alfavaca Basilicão, apesar desta não diferir significativamente das cultivares Roxo, Alfavaca Verde e Lemoncino. Já a cultivar Grecco a Palla apresentou o menor valor de AFE para este mesmo nível salino. Na salinidade 3,5 dS m⁻¹, a cultivar Roxo se destacou com a maior AFE, mesmo não diferindo da Alfavaca Basilicão e da Alfavaca Verde. A cv. Alfavaca Verde, por sua vez, também não diferiu significativamente das cultivares Grecco a Palla e da Lemoncino, que apresentou o menor valor de AFE para esta salinidade. Para a salinidade 5,0 dS m⁻¹, apenas a cv. Alfavaca Basilicão apresentou maior valor de AFE. As cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo não diferiram significativamente neste nível salino (Figura 16).

Quanto ao efeito da salinidade sobre a AFE, verificou-se que houve resposta significativa apenas para a cultivar Alfavaca Basilicão que, na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), apresentou incremento na AFE de 27,64% em comparação com a menor salinidade (2,0 dS m⁻¹). As demais cultivares (Grecco a Palla, Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo) não obtiveram efeito significativo para os diferentes níveis salinos das soluções nutritivas, resultando em médias de 119,04; 122,00; 109,86 e 151,69 cm² g⁻¹ MSF (Figura 16).

A diferença na resposta das cultivares à salinidade quanto a AFE está de acordo com os resultados apresentados por Mancarella et al. (2016). O aumento na área foliar específica observado na cultivar Alfavaca Basilicão nas maiores salinidades mostra que o efeito do estresse salino foi mais expressivo na produção de biomassa nas folhas do que sobre a expansão do limbo foliar, reduzindo a espessura da folha. As taxas de alongação e divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular, de forma que a resposta imediata das plantas ao estresse salino é a redução na expansão foliar (Parida et al., 2004). Por outro lado, a ausência de efeito da salinidade sobre a área foliar específica nas demais cultivares mostram que o efeito do estresse salino foi de forma proporcional, tanto para a expansão foliar quanto ao acúmulo de biomassa nas folhas.

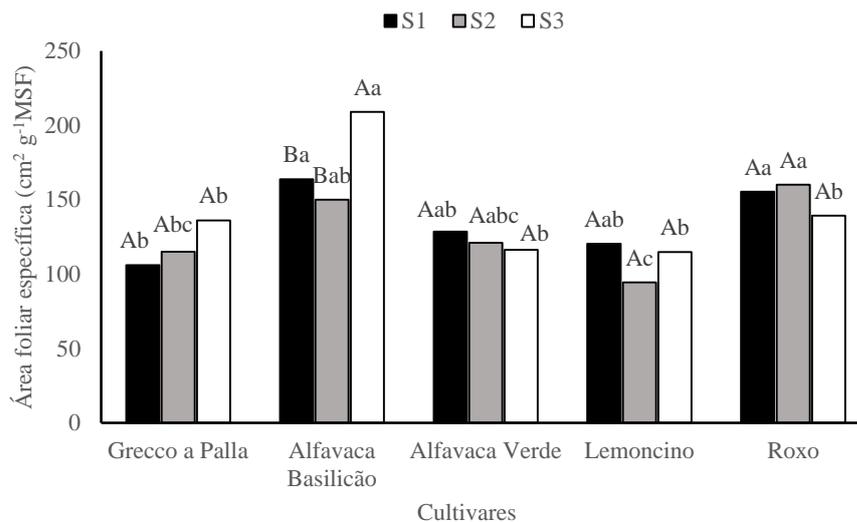


Figura 16 - Área foliar específica (AFE) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

De acordo com Boote & Tollenaar (1994), o incremento da massa específica foliar pelo aumento na espessura do mesofilo pode favorecer a assimilação de carbono por unidade de área foliar e representa um mecanismo de aclimação ao estresse salino.

Para a variável razão de área foliar (RAF), foi observado que na salinidade 2,0 dS m⁻¹ a cultivar Roxo apresentou maior RAF, apesar da mesma não diferir significativamente das cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde. Por outro lado, a cv. Grecco a Palla apresentou o menor valor de RAF. Na salinidade 3,5 dS m⁻¹, a cultivar Roxo também se destacou, obtendo valor superior as demais, porém, não diferindo da cultivar Alfavaca Basilicão. Esta, por sua vez, não diferiu da cultivar Alfavaca Verde. Já a menor RAF foi obtida na Grecco a Palla, que não diferiu significativamente da cultivar Lemoncino. Na maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), a cv. Alfavaca Basilicão apresentou o maior valor de RAF, mas não diferiu significativamente da Roxo que não diferiu da Alfavaca Verde. Verifica-se ainda que, assim como observado no nível salino 3,5 dS m⁻¹, os menores valores foram obtidos nas cultivares Grecco a Palla e Lemoncino, não diferindo entre si (Figura 17).

Analisando o efeito da salinidade sobre a RAF, constatou-se que houve efeito significativo apenas na cultivar de manjeriço Roxo, com uma redução de 22,53% da RAF comparando-se as salinidades 2,0 e 5,0 dS m⁻¹ (Figura 17). Essa resposta indica que ocorreu redução na transpiração como forma de ajustamento da planta ao estresse salino,

aumentando a eficiência fotossintética para aumentar o aproveitamento da área foliar fotossintetizante para a produção de biomassa (Freitas et al., 2014).

As cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde e Lemoncino não apresentaram resposta significativa à salinidade para esta variável, obtendo-se médias de 20,40; 46,55; 41,14 e 26,90 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{MST}$ respectivamente (Figura 17).

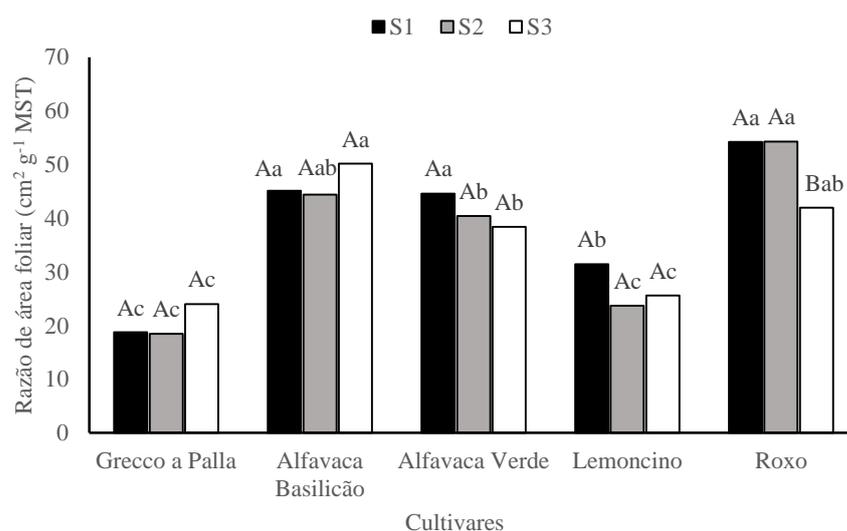


Figura 17 - Razão de área foliar (RAF) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m^{-1} , S2 – 3,5 dS m^{-1} , S3 – 5,0 dS m^{-1})

A ausência de resposta significativa à salinidade para a variável RAF, observado na maioria das cultivares, aponta que o estresse salino afetou na mesma proporção a área foliar e a produção de massa seca. A manutenção da RAF em algumas cultivares submetidas ao estresse salino é um indicativo que a salinidade não afetou a eficiência fotossintética das plantas.

Na variável suculência foliar (SUCFOL), a cultivar Grecco a Palla apresentou o maior valor ($73,58 \text{ mg}^{-1} \text{ H}_2\text{O cm}^2 \text{ folha}$) para a salinidade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. Já as cultivares Alfavaca Basilicão e Roxo apresentaram os menores valores de SUCFOL para a menor salinidade, apesar de ambas não diferirem da cultivar Lemoncino. Na salinidade de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, o maior valor de SUCFOL foi obtido na cultivar Alfavaca Verde ($64,95 \text{ mg}^{-1} \text{ H}_2\text{O cm}^2 \text{ folha}$) e o menor na cultivar Roxo ($36,07 \text{ mg}^{-1} \text{ H}_2\text{O cm}^2 \text{ folha}$) que não diferiu da Grecco a Palla, que, por sua vez, não diferiu da Alfavaca Basilicão e da Lemoncino. Para a salinidade de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, os maiores valores de SUCFOL foram obtidos nas cultivares

Alfavaca Verde, Lemoncino e Alfavaca Basilicão, apesar desta última não diferir significativamente da cultivar Roxo. A cultivar Grecco a Palla apresentou o menor valor de SUCFOL para esta mesma salinidade (Figura 18).

Com relação ao efeito da salinidade sobre a SUCFOL, não foi observado resposta significativa nas cultivares Alfavaca Verde e Roxo, obtendo médias de 61,88 e 39,29 (g H₂O cm²), respectivamente. Para a cultivar Grecco a Palla, ocorreu uma redução de 58,51% na SUCFOL comparando os valores obtidos nas salinidades de 2,0 e 5,0 dS m⁻¹. Já as cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino apresentaram incremento na SUCFOL com o aumento da salinidade da solução nutritiva de 40,96 e 32,03%, respectivamente (Figura 18).

Redução na suculência em decorrência do aumento da salinidade da água de irrigação foi relatada por Aquino et al. (2007) cultivando espécies diferentes (feijão Caupi, algodão e sorgo). Por outro lado, aumento na suculência foliar em plantas submetidas à estresse salino também foi observada por Silva et al. (2003), Costa et al. (2003) e Leite et al. (2017) trabalhando com outras espécies.

O aumento na suculência foliar é uma resposta das plantas quando as mesmas são submetidas à estresse salino (Parida et al., 2004), sendo importante para diluir a concentração de sais nas folhas e evitar o efeito tóxico em condições de salinidade, indicando uma capacidade de adaptação ao estresse salino (Silveira et al., 2009).

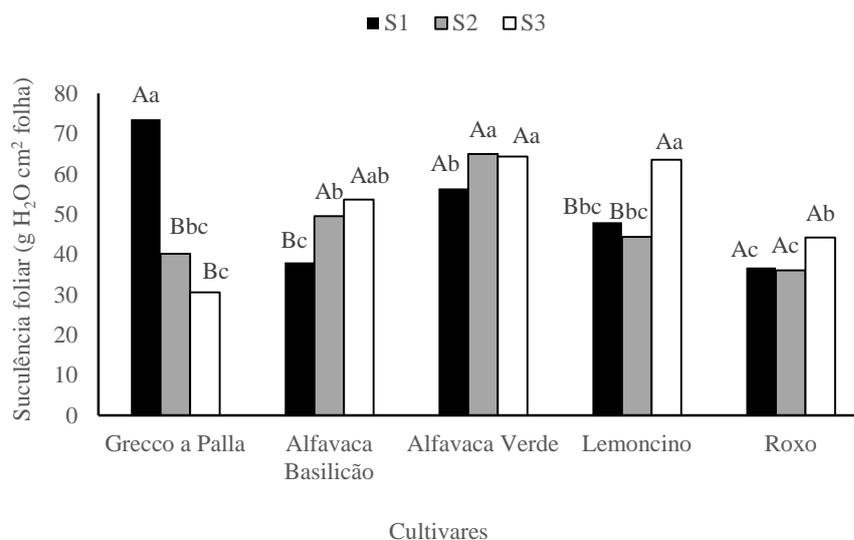


Figura 18 - Suculência foliar (SUCFOL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Por meio da análise de variância, observa-se efeito significativo da interação entre os fatores cultivares e salinidade para as variáveis massa fresca de folhas (MFFOL), massa fresca de ramos (MFRAM) e massa fresca de inflorescência (MFINF) ao nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo da análise de variância para massa fresca de folhas (MFFOL), ramos (MFRAM) e de inflorescências (MFINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		MFFOL (g planta ⁻¹)	MFRAM (g planta ⁻¹)	MFINF (g planta ⁻¹)
Cultivar (C)	4	24984,01**	1960,08**	17576,8**
Salinidade (S)	2	888,59*	234,23*	1184,79**
C x S	8	1294,64**	239,901**	448,08**
Bloco	2	177,40 ^{ns}	39,21 ^{ns}	104,57 ^{ns}
Resíduo	28	218,89	46,87	111,93
CV (%)		13,95	15,83	12,64

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

A massa fresca de folhas (MFFOL) variou entre as cultivares de acordo com a salinidade utilizada. Nas salinidades de 2,0 e 3,5 dS m⁻¹) a cultivar Alfavaca Verde foi superior as demais, enquanto as cultivares Grecco a Palla e Lemoncino foram inferiores

as demais na salinidade de 3,5 dS m⁻¹. Para a maior salinidade (5,0 dS m⁻¹) os maiores valores de MFFOL foram obtidos nas cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde, enquanto as demais não diferiram entre si e apresentaram menores valores (Figura 19).

Quanto ao efeito da salinidade sobre a variável MFFOL, verifica-se que ocorreram reduções de 46,32 e 60,25% na cv. Grecco a Palla nas salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a cv. Alfavaca Basilicão apresentou resposta significativa ao aumento da salinidade, com ganhos em 34,06% (3,5 dS m⁻¹) e 37,88% (5,0 dS m⁻¹), em comparação com a MFFOL obtida em 2,0 dS m⁻¹. Não houve resposta significativa à salinidade da solução nutritiva para as cultivares Alfavaca Verde, Lemoncino e Roxo, obtendo-se MFFOL médias de 183,34; 67,81 e 78,54 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 19).

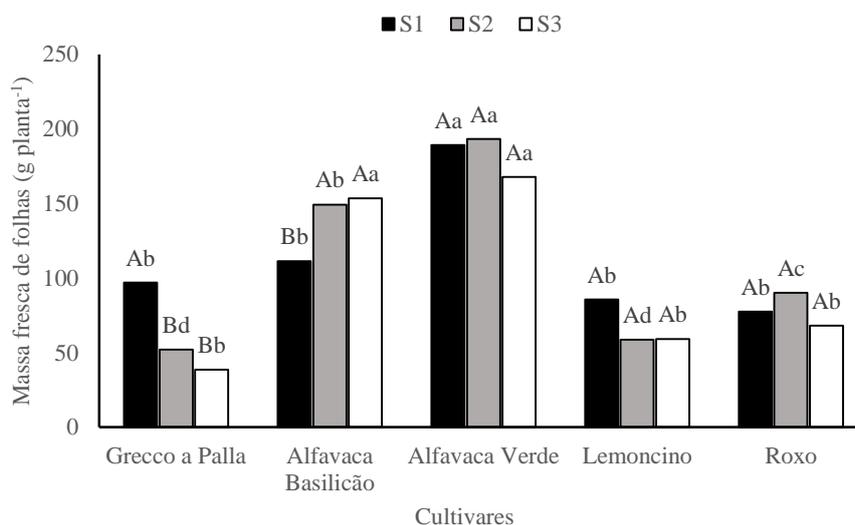


Figura 19 - Massa fresca de folhas (MFFOL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Com relação à massa fresca de ramos (MFRAM), foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para os três níveis salinos utilizados. Quando as plantas foram submetidas a menor salinidade (2,0 dS m⁻¹), os maiores valores foram obtidos nas cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde, enquanto a cv. Roxo apresentou menor MFRAM. Nas salinidades 3,5 e 5,0 dS m⁻¹, os maiores valores foram obtidos nas cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde, enquanto as demais

cultivares apresentaram menores valores de MFRAM e não diferiram entre si significativamente (Figura 20).

O aumento da salinidade provocou redução na MFRAM nas cultivares Grecco a Palla e Lemoncino, de forma que na salinidade 5,0 dS m⁻¹ ocorrendo perdas de 53,59 e 53,34%, respectivamente, em comparação com os valores obtidos na menor salinidade. Para a cv. Alfavaca Basilicão ocorreu resposta positiva ao aumento da salinidade, sendo observado entre as salinidades 2,0 e 5,0 dS m⁻¹ ocorreu ganho de 32,52%. Por outro lado, não foi observado efeito da salinidade sobre a MFRAM nas cultivares Alfavaca Verde e Roxo, obtendo-se valores médios de 60,25 e 33,70 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 20).

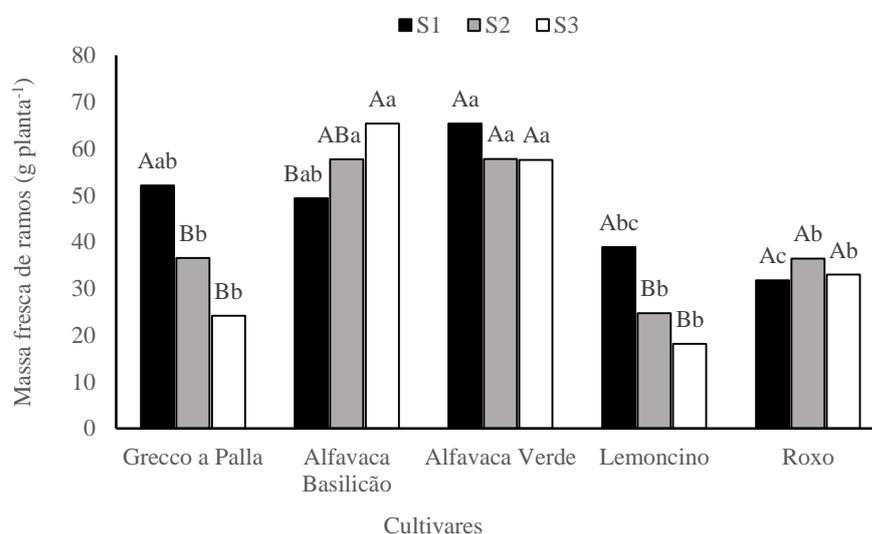


Figura 20 - Massa fresca de ramos (MFRAM) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Quanto a massa fresca de inflorescências (MFINFL), verifica-se que, assim como as variáveis anteriores (MFFOL e MFRAM) ocorreram diferenças significativas entre as cultivares para todas as salinidades. De forma geral, verifica-se que as cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde apresentaram maiores valores, enquanto a cv. Grecco a Palla apresentou menor MFINFL (Figura 21).

Em relação ao efeito da salinidade sobre a variável MFINFL, verifica-se que não houve resposta significativa para as cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Verde e Roxo, obtendo-se valores médios de 15,53; 128,96 e 73,91 g planta⁻¹, respectivamente. Para as

cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino o uso de solução nutritiva com salinidade 5,0 dS m⁻¹ proporcionou reduções de 14,63 e 49,85%, respectivamente, em comparação com os valores de MFINFL obtidos na menor salinidade (Figura 21).

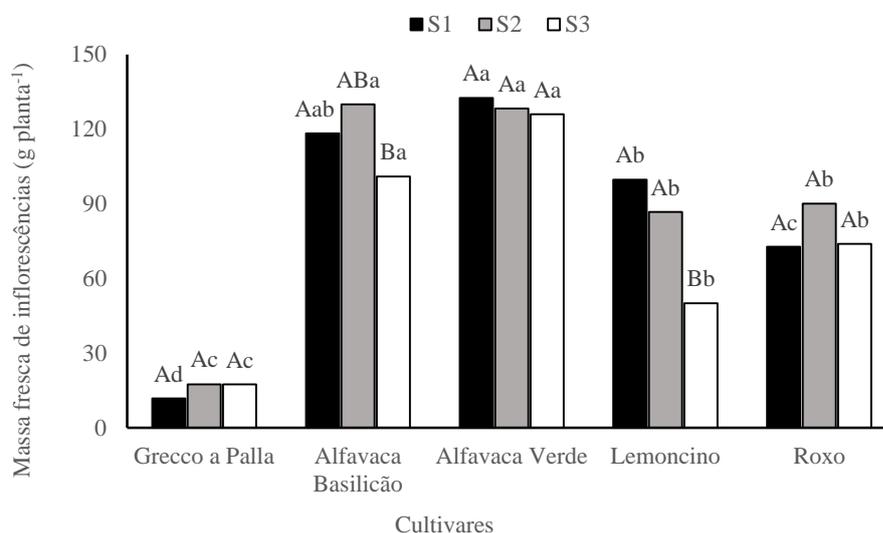


Figura 21 - Massa fresca de inflorescências (MFINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Redução na produção de massa fresca de manjeriço em resposta à salinidade da solução nutritiva também foi observada por Heidari (2012), Bione et al. (2014) e Capelo (2017) ambos trabalhando com sistema hidropônico NFT, bem como por Fatemi & Aboutalebi (2012) trabalhando com cultivo em solo.

Em estudo desenvolvido por da Silva et al. (2017) trabalhando com duas cultivares de manjeriço (Basilicão e Folha Fina), os autores verificaram redução na massa fresca da parte aérea em ambas as cultivares, apresentando, porém, diferença quanto à intensidade do efeito da salinidade.

Heidari (2012) trabalhando com dois genótipos de manjeriço à salinidade, por um período de apenas 20 dias, constatou queda no peso fresco em taxas de aproximadamente de 20 e 30%, para um nível salino da solução nutritiva de 6 dS m⁻¹.

Redução da massa fresca com o aumento da salinidade da solução nutritiva também foi relatada por Barbieri et al. (2012) que, trabalhando com duas cultivares de manjeriço, Genovese e Napoletano, observaram redução de até 50 e 75% no peso fresco da parte aérea, respectivamente.

Através da análise de variância, observa-se efeito significativo da interação entre os fatores cultivares e salinidade para as variáveis massa seca de ramos (MSRAM) e massa seca total (MST), em níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente (Tabela 11). Para as variáveis massa seca foliar (MSFOL) e massa seca de inflorescência (MSINF), verificou-se efeito significativo do fator isolado cultivar ao nível de significância de 1% de probabilidade. Para o fator isolado salinidade, observou-se efeito significativo apenas para a variável MSFOL, também ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância para massa seca de folhas (MSFOL), massa seca de ramos (MSRAM), massa seca de inflorescências (MSINFL) e massa seca total (MST) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		MSFOL (g planta ⁻¹)	MSRAM (g planta ⁻¹)	MSINF (g planta ⁻¹)	MST (g planta ⁻¹)
Cultivar (C)	4	258,41**	122,75**	858,08**	1329,98**
Salinidade (S)	2	99,17**	56,50**	17,12 ^{ns}	433,26**
C x S	8	12,94 ^{ns}	16,83**	6,44 ^{ns}	59,99*
Bloco	2	27,73*	1,03 ^{ns}	5,21 ^{ns}	66,39 ^{ns}
Resíduo	28	6,93	3,39	9,99	25,65
CV (%)		16,37	16,32	15,62	10,64

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

As cultivares diferiram entre si quanto à MSFOL, sendo as cultivares Grecco a Palla e Alfavaca Verde superiores as demais, enquanto as cultivares Lemoncino e Roxo apresentaram menores MSFOL (Tabela 11). Na mesma Tabela, verifica-se que as cultivares Alfavaca Basilicão, Alfava verde e Lemoncino apresentaram maiores MSINF, enquanto os menores valores foram obtidos na cultivar Grecco a Palla, apesar de apresentar grande emissão de hastes e folhas, confirmando as informações apresentadas por Benito & Chiesa (2000) os quais relataram que cultivares de manjeriço mais ramificados são mais tardias em completar a indução floral em virtude de terem mais pontos de crescimento.

Em relação ao efeito da salinidade, verifica-se que o maior nível salino proporcionou uma redução na variável MSFOL, resultando em perda de 26,89% em comparação com a menor salinidade (Tabela 12).

Resultados semelhantes foram observados por Menezes et al. (2017) trabalhando com mudas de manjeriço cultivadas em solução nutritiva enriquecidas com NaCl, cujo o aumento na dose salina reduziu linearmente a massa seca de folhas em aproximadamente 58%. Bressan (2015) trabalhando com cultivo de manjeriço em solo também relatou queda na massa seca de folhas em cultivares de manjeriço, cultivadas sob condições de estresse salino.

Tabela 12. Valores médios para massa seca de folhas (MSFOL) e massa seca de inflorescência (MSINF) de cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Cultivar	MSFOL (g planta ⁻¹)	MSINF (g planta ⁻¹)
Grecco a Palla	21,54 a	5,19 c
Alfavaca Basilicão	15,54 b	27,37 a
Alfavaca Verde	21,58 a	28,47 a
Lemoncino	10,43 c	24,34 a
Roxo	11,33 c	15,82 b
Salinidade		
S1	18,00 a	20,29 a
S2	17,10 a	21,28 a
S3	13,16 b	19,14 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Ainda na Tabela 12, verifica-se que não houve efeito significativo da salinidade sobre a MSINF, obtendo-se massa média foi de 20,24 g planta⁻¹. Este resultado pode ser explicado pelo aumento parcial no número de inflorescências (Tabela 8) até a salinidade S2, compensando a redução de tamanho das mesmas (Figura 14).

Analisando a massa seca de ramos (MSRAM), verifica-se que as cultivares diferiram entre si em todos os níveis salinos, no entanto, as diferenças variaram conforme a salinidade. Na menor salinidade (2,0 dS m⁻¹) os maiores valores foram verificado na cultivar Grecco a Palla, apesar desta não diferir significativamente da cultivar Alfavaca Verde. Os menores valores de MSRAM foram obtidos nas cultivares Lemoncino e Roxo, embora a cultivar Lemoncino não defira significativamente da cultivar Alfavaca Basilicão. Na salinidade 3,5 dS m⁻¹, as cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde apresentaram os maiores valores de MSRAM, não diferindo significativamente entre si, assim como as cultivares Lemoncino e Roxo, que apresentaram os menores valores. Para a maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), as maiores

MSRAM foram observadas nas cultivares Alfavaca Basilicão e Alfavaca Verde. A cultivar Alfavaca Verde não diferiu significativamente da cultivar Grecco a Palla que, também, não diferiu da cultivar Roxo. Esta última também não diferiu estatisticamente da cultivar Lemoncino (Figura 22).

Em relação ao efeito da salinidade, verifica-se que houve resposta significativa para as cultivares Grecco a Palla, Alfavaca Verde e Lemoncino, onde as três apresentaram redução de 54,64; 23,58 e 54,47%, respectivamente, na MSRAM com o aumento da salinidade, comparando os níveis salinos 2,0 e 5,0 dS m^{-1} (Figura 22).

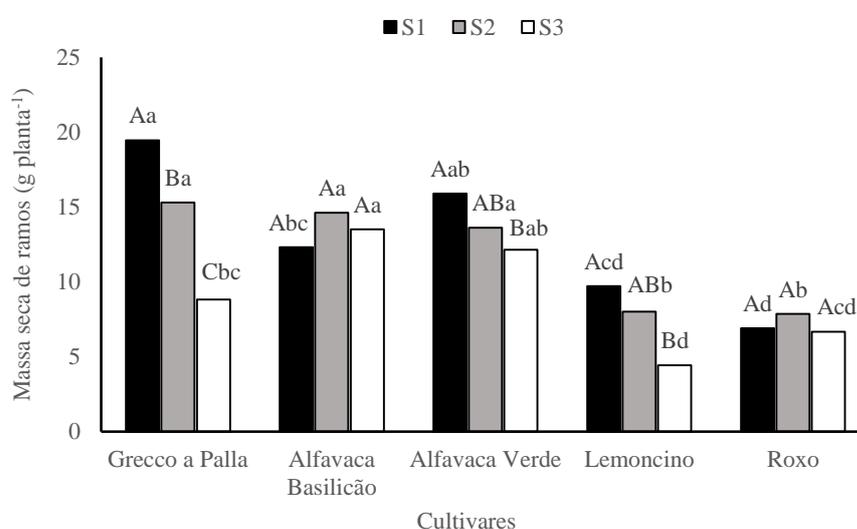


Figura 22 - Massa seca de ramos (MSRAM) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m^{-1} , S2 – 3,5 dS m^{-1} , S3 – 5,0 dS m^{-1})

Maia et al. (2017) observaram redução na massa seca de caule (ramos) em duas cultivares de manjeriço, Verde e Roxo, cultivadas em solo e submetidas a condições salinas pela água de irrigação, com perdas de 75,6 e 89,3%, respectivamente, quando submetidas a salinidade de 5,0 dS m^{-1} . Essas maiores perdas observadas por esses autores em comparação às apresentadas no presente trabalho pode ser atribuídas, em parte, ao sistema de cultivo utilizado.

Ainda em relação a variável MSRAM, verifica-se que nas cultivares Alfavaca Basilicão e Roxo não houve efeito significativo da salinidade sobre esta variável, obtendo-se médias de 13,48 e 7,14 g planta^{-1} , respectivamente (Figura 22), podendo evidenciar que essas cultivares apresentaram maior tolerância à salinidade.

Para a massa seca total (MST), verificou-se as cultivares diferiram estatisticamente de acordo com a salinidade utilizada. No menor nível salino ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$), o maior valor foi obtido nas cultivares Alfavaca Verde, Alfavaca Basilicão e Grecco a Palla, que não diferiu significativamente entre si. Essas duas últimas, por sua vez, não diferiram significativamente da cv. Lemoncino, enquanto o menor valor de MST foi observado na cultivar Roxo. Nas salinidades de $3,5$ e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, as cultivares Alfavaca Verde e Alfavaca Basilicão se destacaram por apresentarem maior MST, enquanto as demais cultivares não diferiram entre si (Figura 23).

Analisando o efeito das salinidades, foi observado que houve efeito significativo para as cultivares Grecco a Palla e Lemoncino, onde reduziram a MST em 40,70 e 33,44%, respectivamente, comparando a salinidade de $2,0$ com a de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. As demais cultivares não apresentaram resposta significativa à salinidade quanto a MST, obtendo-se médias de $56,40 \text{ g planta}^{-1}$ para a Alfavaca Basilicão, $63,94 \text{ g planta}^{-1}$ para a Alfavaca Verde e $34,30 \text{ g planta}^{-1}$ para a cultivar de manjeriço Roxo (Figura 23).

Vários autores relatam diminuição da massa seca total em manjeriço cultivado em condições de estresse salino. Bione et al. (2014) relataram redução linear na massa seca da parte aérea com aumento unitário na salinidade da água de irrigação, com perdas de até 7,86%. Alves et al. (2017) verificaram decréscimo por incremento unitário da salinidade da água de irrigação de 11,6% na massa seca da parte aérea. Lima et al. (2017), observaram redução na massa seca da parte aérea nas cultivares Alfavaca Basilicão, Gennaro e Limoncino cultivadas sob estresse salino.

Segundo Wahid (2004), alterações morfológicas são recorrentes em plantas que se desenvolvem sob condições de estresses ambientais, como por exemplo, a redução da massa seca da parte aérea.

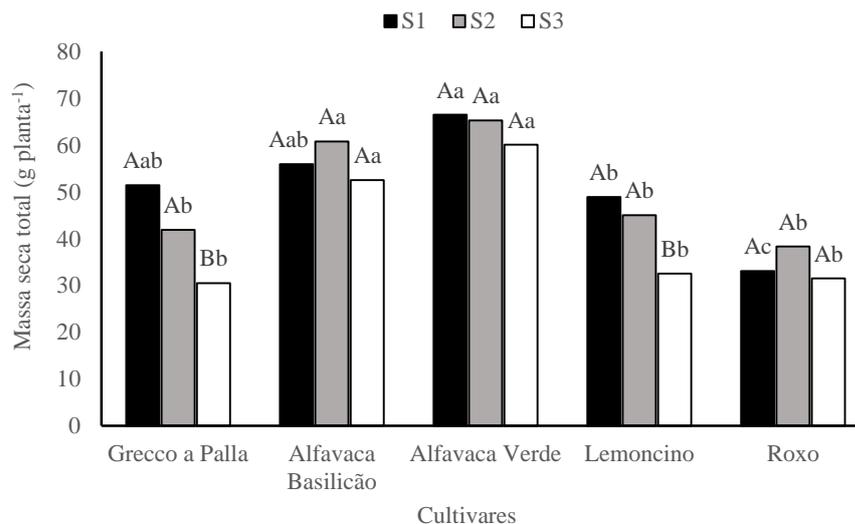


Figura 23 - Massa seca total (MST) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (Letras maiúsculas representam a salinidade em cada cultivar; letras minúsculas representam as cultivares em cada salinidade; S1 – 2,0 dS m⁻¹, S2 – 3,5 dS m⁻¹, S3 – 5,0 dS m⁻¹)

Diversos fatores podem estar associados à redução do crescimento das plantas quando submetida ao estresse salino, como o baixo potencial osmótico da solução, a interação de íons específicos, os desequilíbrios nutricionais ou ainda a combinação desses fatores (Marschner, 2012).

A elevada salinidade na solução nutritiva diminui a capacidade das plantas de absorver água, devido ao efeito osmótico, resultando em um crescimento mais lento. Além disso, quantidades excessivas de sais específicos, a exemplo do Na⁺ e Cl⁻, afetam negativamente os estômatos, reduzindo a realização de fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento de plantas (Munns et al., 2006).

Analisando o índice de tolerância das cultivares à salinidade (Figura 24), foi constatado que as cultivares Alfavaca Basilicão, alfavaca Verde e Roxo apresentaram tolerância a todos os níveis salinos utilizados, tendo em vista que apresentaram perda relativa na produção de biomassa seca menor do que 20%. A cultivar Grecco a Palla apresentou-se como tolerante a salinidade 3,5 dS m⁻¹ (IT < 20%) e moderadamente susceptível à salinidade 5,0 dS m⁻¹ (41% < IT < 60%). A cultivar Lemoncino foi classificada como tolerante ao nível salino de 3,5 dS m⁻¹ (IT < 20%) e moderadamente tolerante ao nível 5,0 dS m⁻¹ (21% < IT < 40%).

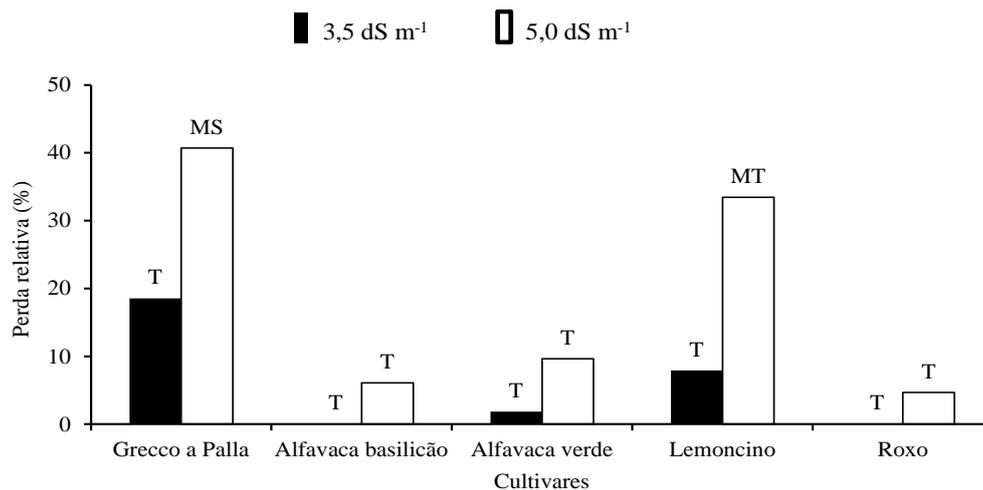


Figura 24 - Perda relativa da produção de biomassa e classificação das cultivares de manjeriço quanto á tolerância à salinidade da solução nutritiva (T – tolerante, MS – moderadamente susceptível, MT – moderadamente tolerante)

Esses resultados estão de acordo, em parte, com os apresentados por Maia et al. (2017), os quais também observaram que a cv. Roxo foi mais tolerante à salinidade. No entanto, esses autores verificaram menor tolerância, provavelmente devido ao sistema de cultivo utilizado, pois o cultivo em substrato inerte proporciona maior tolerância das plantas ao estresse salino.

Observando a análise de variância quanto à distribuição de massa seca nas diversas partes das plantas, verificou-se que ocorreu resposta significativa à interação entre os fatores cultivares e salinidade para porcentagem de massa seca de ramos (%MSRAM) em nível de 5% de probabilidade. A porcentagem de massa seca de folhas (%MSFOL) foi afetada apenas pelo fator cultivar de forma isolada ($p < 0,01$), enquanto o porcentagem de massa seca de inflorescência (%MSINF) foi afetada por ambos os fatores, mas de forma isolada e ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo da análise de variância de porcentagem de massa seca de ramos (%MSRAM), porcentagem de massa seca de folhas (%MSFOL) e porcentagem de massa seca de inflorescências (%MSINFL) em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		%MSRAM	%MSFOL	%MSINFL
Cultivar (C)	4	387,77**	1031,23**	2587,05**
Salinidade (S)	2	36,81*	26,18 ^{ns}	124,83**
C x S	8	23,05*	9,58 ^{ns}	16,58 ^{ns}
Bloco	2	10,54 ^{ns}	24,55 ^{ns}	5,20 ^{ns}
Resíduo	28	9,77	16,48	19,54
CV (%)		13,22	11,90	10,46

ns; *, ** = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

As cultivares apresentaram diferenças entre si quanto a %MSFOL, observando para a cultivar Grecco a Palla valores superiores as demais, enquanto as cultivares Alfavaca Basilicão e Lemoncino apresentaram os menores valores, apesar da cultivar Alfavaca basilicão não diferir da cultivar de manjeriço Roxo, que, por sua vez, não diferir significativamente da cultivar Alfavaca Verde (Figura 25).

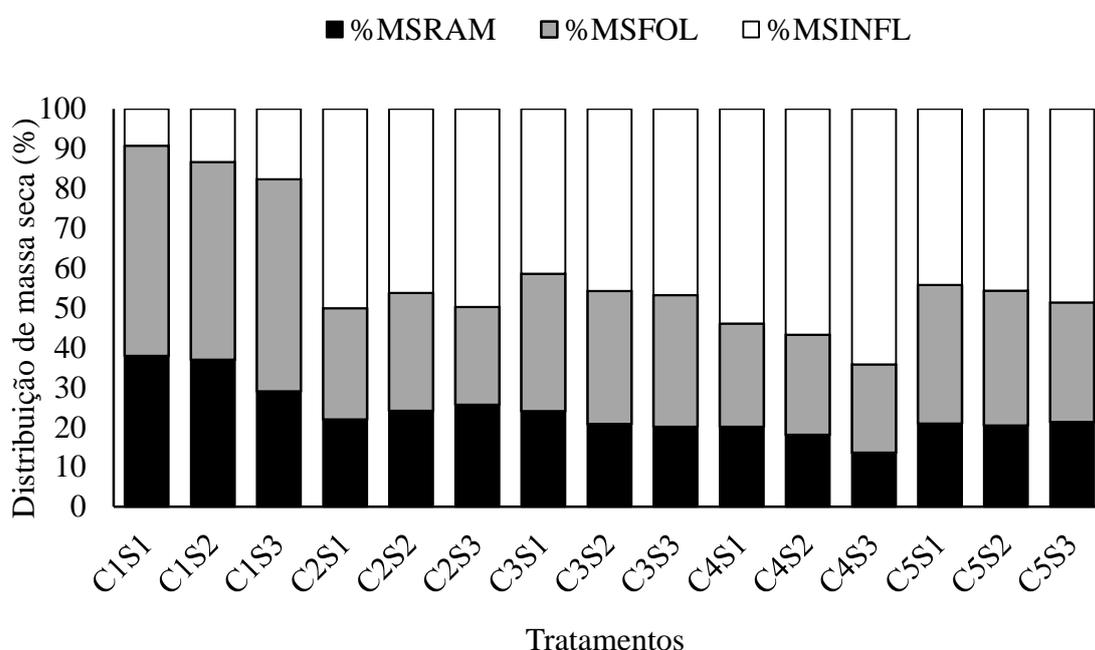


Figura 25 - Distribuição de massa seca nas diversas partes da planta em cultivares de manjeriço submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva

C1 – Grecco a Palla; C2 – Alfavaca Basilicão; C3 – Alfavaca Verde; C4 – Lemoncino; C5 – Roxo.

A cv. Grecco a Palla (C1) apresentou maior distribuição de biomassa no tecido foliar (%MSFOL) e uma menor nas inflorescências (%MSINFL). Observa-se ainda que, com o aumento da salinidade, houve um pequeno incremento na %MSINFL em decorrência de uma queda na %MSRAM, podendo inferir que a menor produção de ramos aumentou a destinação de fotoassimilados para a produção de inflorescências (Figura 25).

Nas demais cultivares a maior distribuição de biomassa seca foi para as inflorescências (%MSINFL) seguida, de forma geral, pelas folhas (%MSFOL) (Figura 25). Verifica-se ainda que nas cultivares Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde e Roxo o aumento da salinidade não provocou grande alteração na distribuição de massa seca. Por outro lado, na Lemoncino, o uso de solução nutritiva de maior salinidade ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) provocou aumento no transporte de fotoassimilados para as inflorescências de forma mais expressiva do que observada nas cultivares Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde e Roxo (Figura 25).

5. CONCLUSÕES

1. Em relação ao desenvolvimento, as cultivares Alfavaca Basilicão, Alfavaca Verde e Roxo foram tolerantes a todos níveis salinos testados (2,0; 3,5 e 5,0 dS m⁻¹). Enquanto as cultivares Grecco a Palla e Lemoncino foram tolerantes até a salinidade de 3,5 dS m⁻¹.

2. A solução nutritiva usando água de alta salinidade (3,5 e 5,0 dS m⁻¹) promove fortes alterações na fluorescência da clorofila a das cultivares sensíveis de manjeriço.

3. As cultivares 'Grecco a Palla' e 'Alfavaca verde' foram pouco afetadas pelo aumento da salinidade em relação a fluorescência da clorofila a, sendo as mais tolerantes ao estresse salino. As cultivares 'Alfavaca basilicão', 'Lemoncino' e 'Roxo' tiveram a fluorescência da clorofila fortemente afetada pelo efeito da salinidade.

4. O ranque de tolerância à salinidade da solução nutritiva com base na fluorescência da clorofila a é: 'Grecco a Palla' = 'Alfavaca verde' > 'Alfavaca basilicão' > 'Lemoncino' > 'Roxo'.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allakhverdiev, S. I.; Sakamoto, A.; Nishiyama, Y.; Inaba, M.; Murata, N. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiology*, v.123, p.1047-1056, 2000.
- Almeida, D. Manual de Culturas Hortícolas – Volume I. Presença (Ed.). Lisboa, 2006.
- Álvarez, S.; Sánchez-Blanco, M. J. Long-term effect of salinity on plant quality, water relations, photosynthetic parameters and ion distribution in *Callistemon citrinus*. *Plant Biology*, v.16, p.757-764, 2014.
- Alves, L. S.; Paz, V. D. S.; Gheyi, H. R.; da Silva, A. J. P.; Oliveira, F. E. R.; Barbosa, M. A. G. Crescimento, produção e eficiência do uso da água do manjeriço sob estresse salino. In: IV Inovagri international meeting, 2017. Anais. CD Rom.
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.491-498, 2011.
- Amorim, D. M. B.; Notaro, I. A.; Furtado D. A.; Gheyi H. R.; Baracuhy, J. G. V. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.339-342, 2005.
- Andrade Júnior, A. S.; Silva, E. F. F.; Bastos, E. A.; Melo, F. B.; Leal, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.873-880, 2006.
- Aquino, A. J. S. D.; Lacerda, C. F. D.; Bezerra, M. A.; Gomes Filho, E.; Costa, R. N. T. Growth, dry mass partitioning, and Na⁺, K⁺, and Cl⁻ retention by two sorghum genotypes irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.961-971, 2007.

- Attia, H.; Karray, N.; Ellili, A.; Msilini, N.; Lachaâl, M. Sodium transport in basil. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.31, p.1045-1051, 2009.
- Azevedo Neto, A. D.; Pereira, P. P. A.; Costa, D. P.; Santos, A. D. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. *Ciência agrônômica*, v.42, p.893-897, 2011.
- Baker, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*. v.59, p.89-113, 2008.
- Baker, N. R.; Rosenqvst, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.1607-1621, 2004.
- Barbieri, G.; Vallone, S.; Orsini, F.; Paradiso, R.; Pascale, S.; Negre-zakharov, F.; Maggio, A. Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Physiology*, v.169, p.1737-1746, 2012.
- Bazihizina, N.; Colzi, I.; Giorni, E.; Mancuso, S.; Gonnelli, C. Photosynthesizing on metal excess: Copper differently induced changes in various photosynthetic parameters in copper tolerant and sensitive *Silene paradoxa* L. populations. *Plant Science*, v.232, p.67-76, 2015.
- Bekhradi, F.; Delshad, M.; Marín, A.; Luna, M. C.; Garrido, Y.; Kashi, A.; Babalar, M.; Gil, M. I. Effects of salt stress on physiological and postharvest quality characteristics of different iranian genotypes of basil. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, v.56, p.777-785, 2015.
- Belkhodja, R.; Morales, F.; Abadía, A.; Gomez-Aparisi, J.; Abadia, J. Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology, Rockeville*, v.104, p.667-673, 1994.

- Benito, A. P.; Chiesa, A. Physiological and productive parameters of basil (*Ocimum basilicum*) cultivars. *Revista Fave*, v.14, p.19-28, 2000.
- Bernstein, N.; Kravchik, M.; Dudai, N. Salinity induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alterations of morphological development. *Annals of Applied Biology*, v.156, p.167-177, 2010.
- Bharti, N.; Barnawal, D.; Wasnik, K.; Tewari, S. K.; Kalra, A. Co-inoculation of *Dietzia natronolimnaea* and *Glomus intraradices* with vermicompost positively influences *Ocimum basilicum* growth and resident microbial community structure in salt affected low fertility soils. *Applied Soil Ecology*, v.100, p.211-225, 2016.
- Bione, M. A. A.; Paz, V. P. S.; Silva, F.; Ribas, R. F.; Soares, T. M. Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.1228-1234, 2014.
- Björkman, O.; Demmig, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. *Plant*, v.170, p.489-504, 1987.
- Björkman, O.; Powles, S. B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interaction with light level. *Planta*, v.161, p.490-504, 1984.
- Blank, A. F.; Souza, E. M.; Paula J. W. A.; Alves, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.305-310, 2010.
- Boote, K. J.; Tollenaar, M. Modeling genetic yield potential. *Physiology and determination of crop yield*, p.533-565, 1994.
- Bolhar-Nordenkampf, H. R.; Long, S. P.; Baker, N. R.; Oquist, G.; Schreiber, U.; Lechner, E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. *Functional Ecology*, v.3, p.497-514, 1989.

- Brandão Filho, J. U. T.; Callegari, O. Cultivo de hortaliças em solo em ambiente protegido. Informe Agropecuário, v.20, p.64-68. 1999.
- Bressan, D. F. Água de reuso e seu efeito sobre parâmetros fisiológicos em manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Botucatu: Universidade estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015. 149p. Tese Doutorado.
- Brito, M. E. B.; Soares, L. A. A.; Fernandes, P. D.; Lima, G. S.; Sá, F. V. S.; Melo, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, p.857-865, 2012.
- Capelo, R. A. S. P. Caracterização do estresse salino em plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum*). Instituto Superior de Agronomia: Universidade de Lisboa, 2017. 80 p. Dissertação Mestrado.
- Carmo Araújo, S. A.; Deminicis, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. Revista Brasileira de Biociências, v. 7, p.463-472, 2009.
- Carmo Filho, F.; Oliveira, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).
- Carvalho, A. C. P. P.; Rodrigues, A. A. J.; Santos, E. O. Qualidade em plantas medicinais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2012. 42p. (Documentos 162),
- Carvalho, C. M.; Costa, C. O. M.; Sousa, J. S.; Silva, R. H. D.; Oliveira, C. L.; Paixão, F. J. R. Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. Revista de biologia e ciências da terra, v.5, p.1-7, 2005.
- Charlo, H. C. O.; Oliceira, S. F.; CastoldI, L.; Vargas, P. F.; Braz, L. T.; Barbosa, J. C. Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. Horticultura Brasileira, v.29, p.316-323, 2011.

- Chaves, V. V. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em genótipos de cana-de-açúcar infestados por cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. 33 f. Dissertação Mestrado.
- CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. 2017. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/manjericao-2/>
- Conus, L. A.; Cardoso, P. C.; Venturoso, L. R.; Scalon, S. P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, p.067-074, 2009.
- Costa, P. H. A.; Silva, J. V.; Bezerra, M. A.; Enéas Filho, J.; Prisco, J. T.; Gomes Filho, E. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, p.289-297, 2003.
- Couto, M. E. O. Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2006. 91p.
- Cova, A. M. W.; Azevedo Neto, A. D.; Ribas, R. F.; Gheyi, H. R.; Menezes, R. V. Inorganic solute accumulation in noni (*Morinda citrifolia* L.) under salt stress during initial growth. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, p.3347-3354, 2016.
- Cruz, M. D. C. M.; de Siqueira, D. L.; Salomão, L. C. C.; Cecon, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, p.896-901, 2009.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. Embrapa Meio-Norte, 2010. Cap 9, p.130-141.
- Elhindi, K. M.; Al-Amri, S. M.; Abdel-Salam, E. M.; Al-Suhaibani, N. A. Effectiveness of salicylic acid in mitigating salt-induced adverse effects on different physio-biochemical attributes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Nutrition*, v.40, p.908-919, 2017a.

- Elhindi, K. M.; El-Din, A. S.; Elgorban, A. M. The impact of arbuscular mycorrhizal fungi in mitigating salt-induced adverse effects in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Saudi journal of biological sciences, v.24, p.170-179, 2017b.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira DE Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- Fageria, N. K.; Soares Filho, W. S.; Gheyi, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCT Sal, p.206-218, 2010.
- FAO.; ITPS. Status of the world's soil resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy, v.650, 2015.
- Faquin, V.; Furlani, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário, v.20, p.236, 1999.
- Fatemi, R.; Aboutalebi, A. Evaluation of the interaction of salinity and salicylic acid on sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties. Annals of Biological Research, v.3, p. 5106-5109, 2012.
- Favorito, P. A.; Echer, M. M.; Offemann, L. C.; Schlindwein, M. D.; Colombare, L. F.; Schineider, R. P.; Hachmann, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 13, p.582-586, 2011.
- Fernandes, P. C.; Facanali, R.; Teixeira, J. P.F.; Furlani, P. R.; Marques, M.O.M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. Horticultura Brasileira, v.22, p.260-264, 2004.
- Fernades, A. R. Crescimento de cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* l.) cultivadas em vasos. Viçosa: UFV, 2014. 49p. Tese Doutorado.

- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.
- Flowers, T. J.; Flowers, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders. *Agricultural Water Management*, v.78, p.15-24, 2005.
- Flowers, T. J.; Munns, R.; Colmer, T. D. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. *Annals of Botany*, v.115, p.419-431, 2015.
- França, M. F. D. M. S. Desenvolvimento vegetativo e potencial ornamental de cultivares de manjeriço sob ambiente protegido. Brasília: UNB, 2016. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Freitas, M. A. C.; Amorim, A. V.; Bezerra, A. M. E.; Pereira, M. S.; Bessa, M. C.; Nogueira Filho, F. P.; Lacerda, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.16, p.839-849, 2014.
- Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p.
- Furlani, P.R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 11/1/2019
- Ghannoum, O.; Conroy, J. P.; Driscoll, S. P.; Paul, M. J.; Foyer, C. H.; Lawlor, D. W. Nonstomatal limitations are responsible for drought-induced photosynthetic inhibition in four C4 grasses. *New Phytologist*, v.159, p.835–844, 2003.
- Glynn, P.; Fraser, C.; Gillian, A. Foliar salt tolerance of Acer genotypes using chlorophyll fluorescence. *Journal of Arboriculture*, v.29, p.61-65, 2003.

- Gomes, J. W. S.; Dias, N. S.; Oliveira, A. M.; Blanco, F. F.; Sousa Neto, O. N. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.850-856, 2011.
- Gomes, L. A. A.; Silva, E. C. DA.; Faquin, V. Recomendações de adubação em ambientes protegidos. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação*. Viçosa, 1999. 360p.
- Gupta, B.; Huang, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, v.2014, p.1-8, 2014.
- Heidari, M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. *African Journal of Biotechnology*, v. 11, p.379-384, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017 – Brasil, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>
- Iqbal, N.; Umar, S.; Khan, N. A.; Khan, M. I. R. A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolismo. *Environmental and Experimental Botany*, v.100, p.34-42, 2014.
- Jamil, A.; Riaz, S.; Ashraf, M.; Foolad, M. R. Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Reviews Plant Sciences*, v.30, p.435-458, 2011.
- José, J. V. Adubação potássica e lâminas de irrigação na produção de biomassa e óleo essencial do manjericão (*Ocimum basilicum* L.). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2014. 163 p. Tese Doutorado.

- Kamada, T. Plasticidade fenotípica da morfologia e do óleo essencial em acessos de manjerição (*Ocimum* spp). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 59 p. Dissertação de Mestrado.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Oliva, M. A.; Ruiz, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.289-295, 2004.
- Landi, M.; Guidi, L.; Pardossi, A.; Tattini, M.; Gould, K. S. Photoprotection by foliar anthocyanins mitigates effects of boron toxicity in sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Planta*, v.240, p.941-953, 2014.
- Landi, M.; Remorini, D.; Pardossi, A.; Guidi, L. Purple versus green-leafed *Ocimum basilicum*: Which differences occur with regard to photosynthesis under boron toxicity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.176, p.942-951, 2013.
- Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.
- Läuchli, A.; Epstein, E. Agricultural Salinity Assessment and Management. In: Reston: American Society of Civil Engineers. Plant responses to saline and sodic conditions, 1.e. Cap. 6, p.113-137, 1990.
- Leite, J. V. Q.; Fernandes, P. D.; de Oliveira, W. J.; Souza, E. R.; Santos, D. P.; dos Santos, C. S. Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão Caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.11, p.1825-1833, 2017.
- Li, G.; Wab, S.; Zhou, J.; Yang, Z.; Qin, P. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress level. *Industrial Crops and Products*, v.31, p.13-19, 2010.
- Lima, K. R. P.; Rego, C. E. C.; Batista, V. C. V.; de Queiroz, C. S.; de Carvalho, H. H. Fisiologia e perfil de compostos voláteis em três cultivares de manjerição (*Ocimum*

- basilicum*) submetidos à salinidade. *Encontros Universitários da UFC*, v.2, p.1295, 2017.
- Long, S. P.; Humphries, S.; Falkowski, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.45, p.633-662, 1994.
- Lorenzi, H.; Abreu Matos, F. J. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544p.
- Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.
- Loughrin, J. H.; Kasperbauer, M. J. L. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenolic content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, p.1331-1335, 2001.
- Lucena, C. C.; Siqueira, D. L.; Martinez, H. E. P.; Cecon, P. R. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. *Revista Brasileira Fruticultura*, v.34, p.1245-1255, 2012.
- Maia, S. S.; Silva, R. C.; Oliveira, F. D. A. D.; Silva, O. M. D. P.; Silva, A. C. D.; Candido, W. D. S. Responses of basil cultivars to irrigation water salinity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, p.44-49, 2017.
- Mahmoud, A. A.; Mohamed, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v.4, p.520-528, 2008.
- Mancarella, S.; Orsini, F.; Van Oosten, M. J.; Sanoubar, R.; Stanghellini, C.; Kondo, S.; Maggio, A. Leaf sodium accumulation facilitates salt stress adaptation and preserves photosystem functionality in salt stressed *Ocimum basilicum*. *Environmental and Experimental Botany*, v.130, p.162-173, 2016.

- Mao, L. Z.; Lu, H. F.; Wang, Q.; Cai, M. M. Comparative photosynthesis characteristics of *Calycanthus chinensis* and *Chimonanthus praecox*. *Photosynthetica*, v.45, p.601-605, 2007.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 3. ed London: Elsevier, 2012. 643 p.
- Martins, A. G. L. A.; Nascimento, A. R.; Filho, J. E. M.; Filho, N. E. M.; Souza, A. G.; Aragão, N. E.; Silva, D. S. V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. *Ciência Rural*, v.40, p.1791-1796, 2010.
- Matos, F. J. A. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4.ed. Editora UFC, 2002. 365 p.
- May, A.; Bovi, O. A.; Maia, N. B.; Barata, L. E. S.; Souza, R. C. Z.; Souza, E. M. R. Moraes, A. R. A.; Pinheiro, M. Q. Basil plants growth and essential oil yield in a production system with successive cuts. *Bragantia*, , v.67, p.385-389, 2008.
- Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M.; Silva Júnior, M. J.; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p. 469-472, 2003.
- Medeiros, J. F.; Silva, M. C. D. C.; Sarmiento, D. H.; Barros, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, p. 248-255, 2007.
- Medeiros, J. F.; Neto, C. P. C. T.; Silva Dias, N.; Gheyi, H. R.; Silva, M. V. T.; Loiola, A. T. Salinidade e pH de um argissolo irrigado com água salina sob estratégias de manejo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.11, p.1407, 2017.

- Menezes, R. V.; Azevedo Neto, A. D.; Gheyi, H. R.; Cova, A. M. W.; Silva, H. H. B. Tolerance of Basil Genotypes to Salinity. *Journal of Agricultural Science*, v.9, p.283, 2017.
- Mendes, A. K. V.; Carvalho, J. S. B. Germinação de sementes de manjeriço em diferentes condições ambientais. *Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente*, v.1, p.21-27, 2016.
- Mendonça, A. V. R.; Carneiro, J. G. A.; Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a estresse salino. *Ciência Florestal*, v.20, p.255-267, 2010.
- Morais, P. L. D. D.; Dias, N. D. S.; Oliveira, A. M. D.; Sousa Neto, O. N. D.; Sarmiento, J. D. A.; Gonzaga, M. I. S. Effects of nutrient solution salinity on the physiological performance of melon cultivated in coconut fiber. *Revista Caatinga*, v.31, p.713-718, 2018.
- Mouget, J.; Tremblin, G. Suitability of the fluorescence monitoring system (FM, Hansatech) for measurement of photosynthetic characteristics in algae. *Aquatic Botany*, Amsterdam, v.74, p.219-231, 2002.
- Munns, R.; Jwmes, R.A.; Lauchli A. Approachs to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, v.57, p.1025-1043, 2006.
- Munns, R. Genes and salt tolerance:bringing them together. *New Phytologist*, v.167, p.645- 663, 2005.
- Munns, R. Plant adaptations to salt and water stress: diferences and commonalities. *Advances in botanical research*. Academic Press, v.57, p.1-32, 2011.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008.

- Netondo, G. W.; Onyango, J. C.; Beck, E. Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Science*, v.44, p.806-811, 2004.
- Netto, A. T.; Campostrini, E.; de Oliveira, J. G.; Bressan-Smith, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll *a* fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, v.104, n.2, p.199-209, 2005.
- Ning, J. F.; Cui, L. H.; Yang, S. H.; Ai, S. Y.; Li, M. J.; Sun, L. L.; Chen, Y.; Wang, R. H.; Zeng, Z. B. Basil ionic responses to seawater stress and the identification of gland salt secretion. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, v.25, p.131-138, 2015.
- Niu, G.; Starman, T.; Byrne, D. Responses of growth and mineral nutrition of garden roses to saline water irrigation. *Hort Science*, v.48, p.756-761, 2013.
- Nunes, J. C.; Cavalcante, L. F.; Rebequi, A. M.; Lima Neto, A. J.; Denis, A. A.; Silva, J. J. M.; Brehm, M. A. S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino no solo. *Engenharia Ambiental*, v.6, p.451-463, 2009.
- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Alves, R. C.; Linhares, P. S.; Medeiros, A.; Oliveira, M. K. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.480-486, 2014.
- Oliveira, W. J.; Souza, E. R.; Santos, H. R. B.; Silva, E. F. F.; Duarte, H. H. F.; Melo, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, p. 2592-2603, 2018.
- Palaretti, L. F.; Dalri, A. B.; Dantas, G. F.; Faria, R. T.; Santos, W. F.; Dos Santos, M. G. Produtividade do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, p.326-334, 2015.

- Parida, A. K.; Das, A. B.; Mitra, B. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees – Structure and Function*, v.18, p.167-174, 2004.
- Paulus, D. Produção, qualidade e parâmetros fisiológicos e bioquímicos de alface sob hidroponia com águas salinas. USP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008. 267 p. Tese Doutorado.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.29-35, 2010.
- Penella, C.; Nebauer, S. G.; Bautista, A. S.; López-Galarza, S.; Calatayud, Á. Rootstock alleviates PEG-induced water stress in grafted pepper seedlings: physiological responses. *Journal of Plant Physiology*, v.171, p.842-851, 2014.
- Pereira, R. C. A.; Moreira, A. L. M. Manjeriço: cultivo e utilização – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 31 p.
- Reis, A.; Miranda, B.E.C.; Boiteux, L.S.; Henz G.P. Murcha do manjeriço (*Ocimum basilicum*) no Brasil: agente causal, círculo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. *Summa Phytopathologica*, v.33, p.137-141, 2007.
- Resende, R. F. Produção de biomassa e óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes épocas, ambientes de cultivo e tipos de adubação. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2010. 41p. Dissertação Mestrado.
- Rewers, M; Jedrzejczyk, I. Genetic characterization of *Ocimum* genus using flow cytometry and inter-simple sequence repeat markers. *Industrial Crops and Products*, v.91, p.142-151, 2016.
- Rodrigues, M. F.; Santos, E. C. Estudo da viabilidade financeira: implantação da cultura do manjeriço para exportação. UPIS, 2005. Disponível em: <<http://>

http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/projeto_empresarial/pesquisas/implantacao_manjericao1.pdf>. Acesso em 13 nov. 2018.

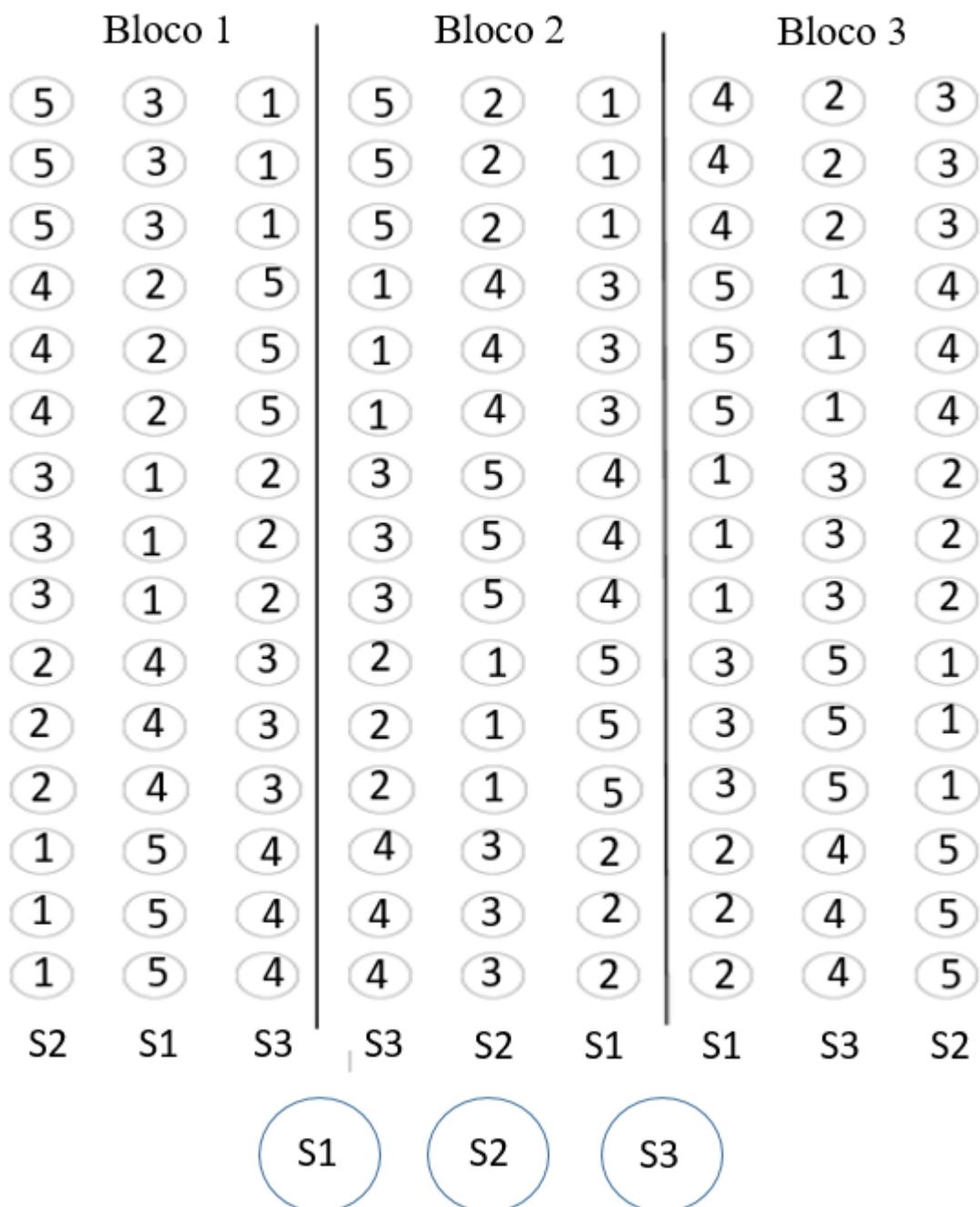
- Roháček, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, v.40, p.13-29. 2002.
- Rómheld, V. Diagnosis of deficiency and toxicity of nutrients. In: P Marschner, ed. *Marschner's. Mineral nutrition of higher plants*, 3.ed. San Diego: Elsevier/Academic Press, p. 299-312, 2012.
- Rosado, L. D. S.; Pinto, J. E. B. P.; Botrel, P. P.; Bertolucci, S. K. V.; Niculau, E. S.; Alves, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjeriço cv. Maria Bonita. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.291-296, 2011.
- Sacramento, B. L. D.; Azevedo Neto, A. D. D.; Alves, A. T.; Moura, S. C.; Ribas, R. F. photosynthetic parameters as physiological indicators of tolerance to cadmium stress in sunflower genotypes. *Revista Caatinga*, v.31, p.907-916, 2018.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.961-969, 2010.
- Santos, S. M.; Paiva, A. L. R.; Silva, V. F. Qualidade da água em barragem subterrânea no semiárido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.10, p.651-662, 2016.
- Schreiber, U. Saturation pulse method for assessment of energy conversion in PS I. *PPAM Application Notes*, v.1, p.11-14, 2008.
- Sevengor, S.; Yasar, F.; Kusvuran, S.; Ellialtioglu, S. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, v.6, p.4920-4924, 2011.

- Shahbaz, M.; Ashraf, M. Improving salinity tolerance in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.32, p.237-249, 2013.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, p.5-38, 1999.
- Silva, T. I.; Chaves, J. T. L.; Bezerra, A. E.; Silva, J. S.; Santos, H. R.; Marco, C. A. Produção de fitomassa e teor de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. submetido ao estresse salino. *Acta Iguazu*, v.6, p.71-80, 2017.
- Silva J. V.; Lacerda, C. F.; Costa, P. H. A.; Enéas-Filho, J.; GomesFilho, E.; Prisco, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v.15, p.99-105, 2003.
- Silva, L. D. A.; Brito, M. E. da S, S.; Francisco, V.; Moreira, R. C.; Soares Filho, W. D. S.; Fernandes, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.S1-S7, 2014.
- Silveira, J. A. G.; Araújo, S. A. M.; Lima, J. P. M. S.; Viégas, R. A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex numulária*. *Environmental and Experimental Botany*, v.66, p.1-8, 2009.
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.705-714, 2010.
- Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Duarte, S. N.; Melo, R. F.; Jorge, C. A.; Bonfim-Silva, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, v.12, p.235-248, 2007.
- Stirbet, A.; Govindjee. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and photosystem II: basics and applications of the OJIP

- fluorescence transient. *Journal of Photochem. Photobiology B: Biology*, v.104, p.236-257, 2011.
- Taibi, K.; Taibi, F.; Abderrahim, L. A.; Ennajah, A.; Belkhodja, M.; Mulet, J. M. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L. *South African Journal of Botany*, v.105, p.306-312, 2016.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Artmed, Porto Alegre, 2017. 888p.
- Tansi, S.; Nacar, S. First cultivation trials of lemon basil (*Ocimum basilicum* var. *citriodorum*) in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* v.3, p.395-397, 2000.
- Tarchoune, I.; Degl'Innocenti, E.; Kaddour, R.; Guidi, L.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Effects of NaCl or Na₂SO₄ salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, p.607–615, 2012b.
- Tarchoune, I.; Sgherri, C.; Izzo, R.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Changes in the antioxidative systems of *Ocimum basilicum* L. (cv.Fine) under different sodium salts. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, p.1873-1881, 2012a.
- Tatagiba, S. D.; Moraes, G. A. B. K.; Nascimento, K. J. T.; Peloso, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.22, p.138-149, 2014.
- Teixeira, J. P. F.; Marques, M. O. M.; Furlani, P. R.; Facanalli, R. Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. IN: *Proceedings of the First Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants*, *Acta Horticulturae*, v.569, p.203-208, 2002.
- Teixeira, T. N. *Hidroponia: uma alternativa para pequenas propriedades*. Guaíba: Editora Agropecuária. 1996. 86p.

- Trivellini, A.; Gordillo, B.; Rodríguez-Pulido, F.J.; Borghesi, E.; Ferrante, A.; Vernieri, P.; Quijada-Morín, N.; González-Miret, M. L. F. J. H. Effect of salt stress in the regulation of anthocyanins and color of Hibiscus flowers by digital image analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.62, p.6966–6974, 2014.
- Umerie, S. C.; Anaso, H. U.; Anyasoro, L.J.C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf extracts. *Bioresource Technology*, v.64, p.237-239, 1998.
- Vasconcelos, N. S.; Dantas Neto, J.; Medeiros, J. F.; Lima, C. J. G. S. Qualidade das águas subterrâneas de área irrigada da comunidade de Pau Branco em Mossoró (RN). *Holos*, v.29, p.47-64, 2013.
- Vernieri, P.; Mugnai, S.; Borghesi, E.; Petrognani, L.; Serra, G. Non-chemical growth control of potted *Callistemon laevis* Anon. *Agricoltura Mediterranea*, v.136, p.85-90, 2006.
- Verslues, P. E.; Agarwal, M.; KatiyarAgawal, S.; Zhu, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*, v.45, p.523-539, 2006.
- Vieira, R. F.; Goldsbrough, P.; Simon, J.E. Genetic diversity of basil (*Ocimum spp.*) based on RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.128, p.94-99. 2003.
- Wahid, A. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, v.45, p.133-141, 2004.
- West, D.W. Stress physiology in trees-salinity. *Acta Horticulture*, v.175, p.322-329, 1986.
- Zanandrea, I.; Nassi, F. L.; Turchetto, A. C.; Braga, E. J. B.; Peters, J. A.; Bacarin, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Current Agricultural Science and Technology*, v.12, p.157-161, 2006.

7. ANEXOS



Anexo 1 - Croqui do experimento.