

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS DA BIOMASSA, CONSUMO HÍDRICO E
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO
IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA**

LUCYLIA SUZART ALVES

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
NOVEMBRO - 2013**

**CARACTERÍSTICAS DA BIOMASSA, CONSUMO HÍDRICO E
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO
IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA**

LUCYLIA SUZART ALVES

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Sistemas Hidroagrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Co-orientadora: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

A474	<p data-bbox="544 1424 1208 1559">Alves, Lucylia Suzart. Característica da biomassa, consumo hídrico e produção de óleo essencial de manjerição irrigado com água salobra / Lucylia Suzart Alves._ Cruz das Almas, BA, 2013. 98f.; il.</p> <p data-bbox="580 1592 1040 1641">Orientador: Vital Pedro da Silva Paz. Coorientadora: Greice Ximena Santos Oliveira.</p> <p data-bbox="544 1675 1185 1724">Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p data-bbox="544 1758 1185 1861">1.Manjerição – Cultivo. 2.Manjerição – Plantas medicinais. 3.Água – Salinidade. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p data-bbox="895 1895 1027 1917">CDD: 633.88</p>
------	--



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
LUCYLIA SUZART ALVES

Membro Presidente: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Instituição: UFRB

Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva
Instituição: IFBAIANO

Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Cícero da Silva Costa
Instituição: CAPES – PNPd / UFRB

Homologada em / / .

Ao meu Deus,

Aos meus pais, Lúcia Suzart e Diozeno Alves,

Aos meus avós, Edite Suzart (*in memoriam*) e Jacinto Carneiro.

Dedico

“ De tudo ficaram três coisas:
A certeza de que estamos apenas começando,
A certeza de que é preciso continuar
E a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.
Fazer da interrupção um caminho novo,
Fazer da queda um passo de dança,
Fazer do medo uma escada,
Fazer do sonho a ponte.”

(Fernando Sabino)

Se vocês tivessem fé do tamanho de uma semente de mostarda, poderiam dizer a esta amoreira: Arranque-se daí, e plante-se no mar. E ela obedeceria a vocês.

Lucas 17:6

AGRADECIMENTOS

À Deus, infinitamente, por todos os benefícios que ele realiza em minha vida;

A minha mãe, pela base educacional, por acreditar que a educação é a maior riqueza que se pode deixar a um filho e por ser o maior e o melhor exemplo que tenho na vida;

Ao meu avô Jacinto Carneiro, verdadeira fonte de inspiração, orgulho e admiração;

Ao meu pai, por ter me surpreendido tanto, demonstrando-se preocupado e dedicado aos meus objetivos;

Ao meu namorado, Rodrigo Santana, por tornar minha vida mais feliz e está presente nos momentos mais difíceis;

Ao Prof. Dr. Vital Paz, pela orientação, confiança, paciência e ensinamentos. Por ter sido um excelente orientador e ter acreditado em mim;

Ao Prof. Dr. Alisson, pelas contribuições, incentivo e apoio durante a realização deste trabalho;

À minha co-orientadora Dr^a. Greice Ximena, pelas contribuições e disponibilidade sempre que solicitada;

Ao Prof. Dr. Hans Raj, pelas sugestões e valiosas contribuições;

Ao Prof. Dr. André Dias pelo apoio e contribuição com as análises bioquímicas;

Aos professores: Aureo Oliveira, Cinthia Armond, Franceli da Silva, Rogério Ferreira e Tales Miler, pelas contribuições;

À Edilson (Boi), pela amizade e por todo auxílio prestado durante a realização deste trabalho;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, através do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, pela oportunidade;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho;

À equipe do Laboratório de Produtos Naturais - LAPRON da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, em especial à Prof. Dr^a Angélica Lucchese e a técnica Edna pelo apoio;

À Simone Teles pelo auxílio com a extração do óleo;

Aos pós-doutorandos do NEAS: Cicero Costa, Jorge Copquer, Karoline Gonçalves e Rosini Daniel, e aos funcionários: Celina, Lene e Mairi pela disponibilidade e amizade;

Ao prof. Dr. Fábio Dias, meu primeiro orientador de iniciação científica durante a graduação, por sempre me incentivar a prosseguir;

Ao meu padrasto Almiro Cerqueira por sempre está disposto a me ajudar;

À minha família pelo apoio nos diversos momentos;

Aos meus padrinhos, Nadi e Max, pelo amor de pais;

Às famílias Garcia e Eloy por terem me acolhido por infinitas vezes;

À minha sogra Marineide Santana e cunhada Amália Eloy pelo carinho e acolhimento;

À minha amiga e companheira de residência Edinéia Lima, pelo apoio desde a seleção até o momento da defesa, e pela excelente companhia nos diversos momentos;

Ao Programa ERVAS (Ervanário Regional de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde), pois toda a experiência adquirida foi de extrema importância para a minha formação profissional e acadêmica;

Aos amigos: Ailton Júnior, Ana Carina, Bárbara, Bruce Pamponet, Carlos Andrade, Carlos Henrique, Caroline Machado, Cristiane Duarte, Daniela Sacramento, Danielle Vasconcelos, Diego Lima, Diogo Lôrdelo, Douglas Teixeira, Dryelle Lobo, Edinéia Lima, Edivaldo Bispo, Eliane Leal, Eline Luz, Estela Garcia, Francisco Eder, Emerson Pascelle, Gustavo Cabral, Jôse Maryane, Karla Silva, Kátia Mota, Kelly Anselmo, Lília Araújo, Lucas Batista, Luciano Sobral, Mairton Gomes, Marcela Tonini, Marcelo Teixeira, Marccone Oliveira, Maria Augusta, Mariana Coimbra, Mayane Lima, Murillo Anderson, Nara Tosta, Neilon Duarte, Olívia Nepomuceno, Taline Campos, Tamara Eloy, Tatyana Keyty, pela amizade e toda ajuda prestada durante a realização deste trabalho.

Aos demais amigos, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para que eu pudesse alcançar mais uma conquista.

“Eu poderia suportar, embora não sem dor, que tivessem morrido todos os meus amores, mas enlouqueceria se morressem todos os meus amigos!”

(Vinícius de Moraes)

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1	
ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DO MANJERICÃO (<i>Ocimum basilicum</i> L.) SUBMETIDO À DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA.....	15
Capítulo 2	
TEOR, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PLANTAS DE MANJERICÃO (<i>Ocimum basilicum</i> L.) SUBMETIDAS A CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO.....	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89

CARACTERÍSTICAS DA BIOMASSA, CONSUMO HÍDRICO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA

Lucylyia Suzart Alves

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-orientadora: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

RESUMO: O conhecimento da quantidade a aplicar e qualidade da água de irrigação contribui para a melhoria da qualidade na produção das culturas, principalmente, em condições de escassez de água, ou disponibilidade de água de qualidade inferior, comum no semiárido brasileiro. Por essa razão, justificase o estudo da tolerância da espécie de manjericão (*Ocimum basilicum* L.), presente em quase todo o território brasileiro e de grande importância nas indústrias de alimentos, perfumarias, cosméticos e fármacos, mediante o uso de águas salobras. O objetivo deste experimento foi avaliar a influência da salinidade sobre a produção de biomassa, crescimento vegetativo, sistema radicular, teores de macro e micronutrientes, efeitos bioquímicos, produção relativa, consumo hídrico, eficiência do uso da água, teor, rendimento e composição química do óleo essencial do manjericão. O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, instalada na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, localizada em Cruz das Almas - BA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos com 4 repetições, sendo avaliados 5 diferentes níveis de salinidade da água de irrigação; obtidos a partir da adição de NaCl comercial à água doce (chuva - 0,01 dS m⁻¹) servindo como testemunha, até atingir os níveis de salinidades desejados (1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹). O aumento do nível de salinidade da água de irrigação levou a redução na produção do manjericão, alterações nos teores de macro e micronutrientes, bem como nos parâmetros bioquímicos, redução da produção relativa, consumo hídrico e eficiência do uso da água, não influenciando no teor do óleo essencial, gerando pequenas alterações na composição do óleo essencial.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum* L., salinidade, cultivo em solo

CHARACTERISTICS OF BIOMASS, WATER CONSUMPTION AND PRODUCTION OF ESSENTIAL OIL CROP WITH BRACKISH WATER

Lucylyia Suzart Alves

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-Adviser: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

ABSTRACT: Knowledge of the quantity and quality of applied water in irrigation contributes to quality improvement in crop production, especially in conditions of water scarcity or availability of low quality water, as in the Brazilian semiarid region. For this reason, it is appropriate to study the tolerance of the species of basil (*Ocimum basilicum* L.), present in almost all of Brazil and of great importance in the food, perfume, cosmetics and pharmaceuticals industries, through the use of brackish water. The objective of this experiment was to evaluate the influence of salinity on biomass production, vegetative growth, root system, levels of macro and micronutrients, biochemical effects on production, water consumption, water use efficiency, strength, yield and chemical composition of the basil. The experiment was conducted in a greenhouse, installed in the experimental area of the Engineering Center of Water and Soil (NEAS), of the Federal University of Reconcavo of Bahia - UFRB, located in Cruz das Almas - BA. The experimental design was completely randomized, consisting of 5 treatments with 4 replications, with 5 different salinity levels of irrigation water; obtained from the addition of NaCl to the commercial freshwater (rain - $0,01 \text{ dS m}^{-1}$) serving as a witness, to achieve the desired levels of salinity ($1,2, 2,3, 3,4, 4,5 \text{ dS m}^{-1}$). The increased level of salinity of irrigation water led to reduction in the production of basil, changes in levels of macro and micronutrients, as well as biochemical parameters, reduced production relative water consumption and efficiency of water use, not influencing the content essential oil, causing small changes in the composition of the essential oil.

Key words: *Ocimum basilicum* L., salinity, soil cultivation

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas medicinais é uma tradição no meio rural brasileiro. Sendo assim, é importante fornecer aos produtores, em especial do semiárido, alternativas econômicas adequadas ao uso racional da água, na produção de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. Muitas dessas plantas, além de propriedades terapêuticas, são largamente utilizadas nas indústrias de alimentos, perfumarias, cosméticos e na culinária regional.

De acordo com Fernandes et al. (2004), entre as ervas aromáticas, o manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) possui importância econômica no Brasil na obtenção de óleo essencial, sendo seu consumo *in natura* ou para processamento industrial. Seu óleo é apreciado na culinária, na aromatização de alimentos e bebidas, como também nas indústrias de cosméticos e perfumarias. Neste contexto, o manjeriço se apresenta como uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos produtores, visto que se trata de uma espécie de grande importância econômica, sendo adaptada às condições do semiárido.

A utilização de água salobras na irrigação tem sido um desafio para os pesquisadores e produtores rurais, principalmente, em condições de escassez de água, ou disponibilidade de água de qualidade inferior, normalmente comum no Semiárido do Nordeste Brasileiro. Além disso, a região é caracterizada por períodos longos de escassez de água e temperaturas elevadas, sendo estes fatores limitantes ao desenvolvimento de diversas plantas.

Há pouca informação disponível na literatura sobre tolerância do manjeriço à salinidade, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas visando verificar a capacidade dessa espécie em tolerar essa condição adversa.

Justifica-se, portanto, o estudo do efeito da aplicação de água salobra na produção de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pois esta é uma cultura presente em quase todo o território brasileiro.

A principal hipótese investigada é que as plantas de manjeriço respondem diferentemente à salinidade da água, com consequências no crescimento e desenvolvimento da espécie. Também supõe-se que níveis crescentes de salinidade da água poderão produzir efeitos na produção e constituição química do óleo essencial.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do estresse salino na produção de biomassa, crescimento vegetativo e radicular, teores de macro e micronutrientes na parte aérea da espécie, respostas bioquímicas em folhas e raízes, consumo hídrico, teor, rendimento e composição química do óleo essencial do manjeriço.

REVISÃO DE LITERATURA

Salinidade da água de irrigação e seus efeitos nas plantas

A qualidade da água de irrigação é de extrema importância no desenvolvimento das espécies. No Semiárido Brasileiro, devido a escassez de água de boa qualidade para irrigação, a utilização de águas salobras para o cultivo de diversas espécies é prática cada vez mais comum, sendo uma alternativa para os produtores.

Bernardo (1996) afirma que dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas.

De acordo com Rhoades et al. (2000), a utilização de água salina na agricultura deve ser considerada uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água; dessa maneira, deve-se garantir o seu uso através de um manejo de irrigação adequado utilizando-se algum procedimento que garanta a aplicação de água no momento e quantidade correta. Diante disso, diversas pesquisas têm sido realizadas objetivando estratégias de manejo das culturas para garantir uma melhor produção, com o uso de água salina.

No Nordeste brasileiro, as água utilizadas na irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentrações de sais na faixa de 1 a 30 mmol_c L⁻¹ correspondendo a faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹ (HOLANDA et al., 1997; SILVA, 2011). Ribeiro et al. (2009), afirmam que o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas.

A salinidade provoca mudanças metabólicas na planta, sendo uma das formas de estresse ambiental a afetar o desenvolvimento das espécies. Em concordância com as observações feitas por Taiz et al. (2004), o primeiro efeito da salinidade no desenvolvimento das plantas é a redução no crescimento, provocado pelo decréscimo no potencial hídrico da solução do solo em nível abaixo do necessário para que ocorra a absorção de água pelas células das raízes, impedindo, por conseguinte, a expansão celular, visto que o potencial de pressão da célula tende a se igualar com o do solo.

De acordo com Ghoulam et al. (2002), a principal resposta das plantas à salinidade é a redução no crescimento, ressaltando ainda que o grau da salinidade que causa redução no crescimento da planta difere muito entre as espécies e em menor extensão entre as variedades. Segundo Cavalcante et al. (2010), o excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas provocando prejuízos à atividade agrícola.

A resposta das plantas às condições de salinidade não está relacionada tão somente ao fator salinidade, mas há também, a expressão de vários genes, e cada espécie apresenta um grau de tolerância ao sal que depende da concentração e da natureza dos sais dissolvidos, de fatores climáticos, absorção de água e situação nutricional das plantas (MACÊDO et al., 2005).

As plantas geralmente desenvolvem mecanismos de adaptação para suportar o estresse salino. Flowers (2004) e Dias et al. (2010) definem que dentre os mecanismos de adaptação a salinidade, a redução da área foliar e o controle na abertura dos estômatos são estratégias usadas pelas plantas para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condição de estresse salino. Ressaltando ainda que o

conhecimento dos efeitos desse estresse abiótico na planta e no solo, bem como, os fenômenos envolvidos, é de fundamental importância quando se pretende utilizar práticas adequadas de manejo da água e do cultivo em ambientes salinos.

Na literatura são escassos os estudos sobre os efeitos da salinidade na cultura do manjeriço, faltando informações com relação a tolerância dessa cultura à salinidade, principalmente na região Semiárida Brasileira, a qual apresenta-se com alta concentração de águas salobras e o manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais.

Importância das plantas medicinais

A utilização das plantas medicinais, nas últimas décadas, tem se acentuado não apenas visando a produção para fins culinários e medicinais, mas também nas indústrias de cosméticos, perfumarias e obtenção de óleo essencial.

De acordo com Fonte (2004), a presença de substâncias farmacologicamente ativas faz com que uma determinada planta seja considerada medicinal, sendo que tais substâncias passam a ser chamadas de princípios ativos. Santos et al. (2004) afirmam que, o incremento no uso da fitoterapia tem criado maior demanda de pesquisas científicas visando o maior desenvolvimento e produtividade das plantas medicinais, sem comprometer os princípios ativos.

Com o aumento do consumo de medicamentos fitoterápicos, a produção de plantas medicinais vem crescendo constantemente, passando a ser uma alternativa aos pequenos produtores. Entretanto, esses encontram algumas dificuldades como: definição da espécie, formas de manejo, épocas de plantio, forma de secagem, colheita, resistência à salinidade, etc. Dessa maneira, torna-se de fundamental importância o desenvolvimento e investimentos em pesquisas de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, para que seja possível a exploração racional e sustentada dessas espécies.

O uso de plantas medicinais tem aumentado em todo o mundo, recebendo incentivos inclusive da Organização Mundial de Saúde (OMS), que recomendou a realização de pesquisas visando o uso da flora com propósito terapêutico (CASTRO et al., 2004).

Caracterização da espécie de Manjeriço

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae, caracteriza-se como subarbusto aromático, anual, ereto, ramificado, de 30-50 cm de altura, nativo da Ásia tropical e introduzido no Brasil pela colônia italiana. Possui folhas simples, membranáceas, com margens onduladas e nervuras salientes, de 4-7 cm de comprimento. Possui flores brancas, reunidas em racemos terminais curtos. Multiplica-se por sementes e estacas. Cultivado em quase todo o Brasil em hortas domésticas para uso condimentar e medicinal, sendo comercializado na forma fresca em feiras e supermercados (LORENZI e MATOS, 2008).

Destaca-se pelo seu uso na medicina tradicional ou popular, com propriedades anti-helmíntica, estomáquica, emenagoga, diurética, antiespasmódica, tônica estomacal, carminativa, estimulante, antiséptica intestinal, sendo também indicado contra tosse, febre, feridas e afecções de garganta e intestino (BERTOLUCCI et al., 2008). Em geral, as plantas da família Lamiaceae possuem grande importância econômica, pois são utilizadas como medicinais, condimentares, aromáticas e ornamentais.

Segundo Blank et al. (2004), a nomenclatura botânica correta para as espécies e variedades do gênero *Ocimum* da família Lamiaceae, da qual o manjeriço comercial está incluído é de grande interesse, uma vez que mais de 60 espécies e formas têm sido relatadas. A dificuldade em classificar mais de 60 variedades de *O. basilicum* L. se deve à ocorrência de hibridações e polinizações cruzadas, que resultam em grande número de subespécies, variedades e formas. As variações quanto à diversidade de espécies do gênero *Ocimum basilicum* são mais expressivas no tamanho (grandes ou pequenas), cor (de verde a roxo escuro), formato da folha (onduladas ou crespas), cor da flor (branca, púrpura ou roxa), características de crescimento (forma, altura, época de floração) e no aroma, relacionada ao óleo essencial, sendo a característica de maior interesse econômico (SANTOS, 2007).

Algumas espécies de *Ocimum* foram caracterizadas quimicamente por Vieira et al. (2001), sendo encontrado grande diversidade em termos qualitativos e quantitativos na produção do óleo essencial, revelando mais de 100 compostos orgânicos.

Estresse salino e a absorção de nutrientes pelas plantas

A utilização de água salobras (NaCl), geralmente ocasiona redução no crescimento e desenvolvimento das espécies. Lacerda (2000) afirma que o menor crescimento das plantas devido à salinidade tem sido atribuído também à redução na absorção de alguns nutrientes, estando o Ca e o K entre os mais documentados. Em concordância com Ferreira et al. (2001) e Cavalcante et al. (2010), afirmando que o estresse salino provoca a redução do desenvolvimento vegetal em função dos desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes.

De acordo com Munns (2002), a alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, haja vista apresentar atividade osmótica retendo a água, além da ação de íons sobre o protoplasma e o impacto sobre a nutrição mineral das plantas.

Silva et al. (2000), caracterizam os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em: efeito osmótico provocado pela redução do potencial osmótico, desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto. Dessa maneira, o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem o potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas (ALVES et al., 2011).

Em geral, plantas sob condições de estresse salino, tendem a acumular ou reduzir os íons salinos, em consequência das alterações na disponibilidade de nutrientes, gerando um estresse nutricional.

Alterações bioquímicas nas plantas em função do estresse salino

Plantas cultivadas sob condições adversas, nesse caso sob o estresse salino, tendem a passar por algumas alterações bioquímicas como: variações nos teores de carboidratos solúveis, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livres.

De acordo com Ashraf et al. (2004), entre os compostos orgânicos, os aminoácidos, a prolina e compostos quaternários de amônio, entre eles a glicina betaína e os poli-hidroxicarboxílicos (carboidratos e polialcoois) são os solutos

mais comumente acumulados em plantas em condições de estresse. Azevedo Neto et al. (2004), ressalta que o acúmulo de aminoácidos e de carboidratos solúveis tem sido estudado intensamente em plantas em condições de estresse salino, provavelmente por serem os solutos orgânicos de maior contribuição para o potencial osmótico. Jouve et al. (2004), afirma que os carboidratos são considerados uma categoria importante de solutos compatíveis, os quais são acumulados como resposta a vários estresses.

Para Popova et al. (2002), a diminuição da assimilação de nitrogênio e biossíntese de aminoácidos é uma forma de resposta das plantas às condições de estresse salino. O acúmulo de compostos nitrogenados em plantas é comumente relacionado à tolerância a salinidade, podendo estar os aminoácidos livres envolvidos no processo de ajustamento osmótico (VIÉGAS, 2004).

De acordo com Larcher (2006), sob a influência do estresse, a síntese proteica é inibida e a degradação de proteínas é acelerada, o que leva a um acúmulo de aminoácidos e aminas livres.

O teor de prolina varia de espécie para espécie e pode apresentar valores 100 vezes maiores nas plantas submetidas a estresse quando comparadas às plantas controles (VERBRUGGEN et. al., 2008). Segundo Nogueira et. al. (2001), a prolina pode se acumular nas células também pelos efeitos da salinidade e baixas temperaturas.

Óleos essenciais em plantas medicinais

De acordo com Simões et al. (2007), a denominação de óleo se dá devido a algumas características físico-químicas como a de serem voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas.

As substâncias ativas das plantas medicinais são compostas por dois tipos, designados como metabolismo primário e secundário. O metabolismo primário comporta substâncias indispensáveis à planta e que se formam graças ao processo fotossintético. O metabolismo secundário, oriundo do primário, aparentemente sem atividade na planta, possui efeitos terapêuticos notáveis. Tais substâncias, denominadas princípios ativos ou compostos secundários, são os óleos essenciais (ou essências naturais), resinas, alcalóides,

flavonoides, taninos, princípios amargos, entre outros (CASTRO et al., 2001; MORAIS, 2006).

O conteúdo do óleo essencial e sua composição química podem variar consideravelmente de espécie para espécie, em função de parâmetros climáticos e de fatores agronômicos como fertilização, irrigação, colheita e fase de desenvolvimento da planta na época de colheita (TELES, 2010). Em concordância com Martins (2000), afirmando que a composição química do óleo essencial pode ser bastante variável, conforme a diversidade genética, o habitat e os tratos culturais. A falta de domínio tecnológico de todas as etapas de desenvolvimento levará, provavelmente, a baixa qualidade da biomassa e dos teores dos principais constituintes químicos do óleo essencial, assim como nos rendimentos (BLANK et al., 2005). Sendo assim, nos últimos anos nota-se o crescente aumento de pesquisas voltadas à técnicas de manejo não só de produção como também de beneficiamento, com a finalidade de manter o teor de óleo essencial das espécies vegetais.

O óleo essencial do manjericão (*O. basilicum* L.) possui diversos constituintes de interesse comercial, tendo grande importância para as indústrias. Segundo Carvalho Filho et al. (2006), o óleo essencial de manjericão, possui alta concentração de linalol sendo valorizado no mercado internacional e amplamente utilizado nas indústrias de condimentos e cosméticos. O óleo essencial do manjericão contém cerca de 40,2 a 48,5% de linalol (ERENO, 2006).

O manjericão produz seu óleo essencial ou princípio ativo através do metabolismo secundário que é ativado nas plantas como reação a algum tipo de estresse biótico ou abiótico oferecido pelo ambiente (GARLET, 2007; AZEVEDO & MOURA, 2010). O uso de água salobra para ocorrer um estresse de interesse econômico na cultura do manjericão pode ser uma combinação para locais onde há disponibilidade de águas salobras e a água doce é escassa, como o caso da região Semiárida Brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ , em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.1, p.3-16, 2004.

AZEVEDO, C. D.; MOURA, M. A. **Cultivo de plantas medicinais**: guia prático. Niterói: Programa Rio Rural, p.19, 2010. Manual Técnico, 27.

AZEVEDO NETO, A. D. de; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHO, J.; LACERDA, C. F. de; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A. da; GOMES FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.16, n.1, p.31-38, 2004.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, p.596, 1996.

BERTOLUCCI, S. K. V.; LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P. Guia das plantas medicinais. In. Lameira, O. A.; Pinto, J. E. B. P. (Ed.). **Plantas medicinais**: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, cap.7, p.159-244, 2008.

BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; ALVES, P. B.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; MENDONÇA, M. C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjerição e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.113-116, 2004.

CARVALHO FILHO, J. L.; BLANK, A. F.; ALVES, P. B.; EHLERT, P. A. D.; MELO, A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.4, p.24-30, 2006.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. **Contribuição ao estudo de plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2 ed. Viçosa: Suprema, p.113, 2004.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. Visconde do Rio Branco: Suprema, p.104, 2001.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, p.472, 2010.

ERENO, D. Perfume de manjerição. **Revista Fapesp**, v.12, n.120, p.25-28, 2006.

FERNANDES, P. C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjerição em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.260-264, 2004.

FERREIRA, R. G.; TAVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.79-88, 2001.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.307-319, 2004.

FONTE, N. N. **A complexidade das plantas medicinais: algumas questões de sua produção e comercialização**. Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná, 2004. Tese de Doutorado.

GARLET, T. M. B. **Produtividade, teor e composição do óleo essencial de espécies de *Mentha* L. (Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio**. Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Tese de Doutorado.

GHOULAM, C.; FOURSRY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**. v.47, p.39-50, 2002.

HOLANDA, J. P.; AMORIM, J. R. A. Qualidade de água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, Cap.5, p.137-169, 1997.

JOUBE L.; HOFFMANN L.; HAUSMAN J-F. Polyamine, carbohydrate, and proline content changes during salt stress exposure of aspen (*Populus tremula* L.): involvement of oxidation and osmoregulation metabolism. **Plant Biology**, v.6 p.74-80, 2004.

LACERDA, C. F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. Tese de Doutorado.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Sao Carlos: RIMA, p.531, 2006.

LORENZI, HARRI.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, p.319, 2008.

MACÊDO, C. E. C. BARROSO, P. A. V.; MOURA, G. E. D. D.; ALLOUFA, A. I. Efeito do NaCl sobre o crescimento e a multiplicação in vitro de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.194-197, 2005.

MARTINS, P. M. **Influência da temperatura e da velocidade do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF)**. Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. Dissertação de Mestrado.

MORAIS, T. P. S.; **Produção e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob doses de cama de frango**. Uberlândia – MG, Universidade Federal de Uberlândia, 2006. Dissertação de Mestrado.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.239-250, 2002.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; NETO, E. B. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.13, n.1, 2001.

POPOVA, O. V.; ISMAILOV, S. F.; POPOVA, T. N.; DIETZ, K. J.; GOLLDACK, D. Salt-induced expression of NADP dependent isocitrate dehydrogenase and ferredoxin-dependent glutamate synthase in *Mesembryanthemum crystallinum*. **Planta**, v.215, p.906-913, 2002.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M.; **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, p.117, 2000.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. QUÍMICA DOS SOLOS SALINOS E SÓDICOS. IN: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. (ed) In: **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2., cap.19, p.449-484, 2009.

SANTOS, E. F. **Seleção de tipos de *Ocimum basilicum* L. de cor púrpura para o mercado de plantas ornamentais.** Brasília – DF, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, M. R. A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.182-185, 2004.

SILVA, F. L. B.; **Respostas de plantas de feijão-de-corda à aplicação foliar de biofertilizante, sob condições de salinidade.** Fortaleza - CE, Universidade Federal do Ceara, 2011. Dissertação de Mestrado.

SILVA, F. A. M.; SILVA, F. A. M.; MELONI, R.; MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

SIMÕES, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosman, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 6 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/Editora UFSC, p.467-496, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Tradução de E. R. Santarém et al., 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p.719, 2004.

TELES, S.; **Avaliação do teor e da composição química das folhas de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. e *Mentha piperita* L. cultivadas em Cruz das Almas, Santo Antonio e Amargosa, submetidas às diferentes épocas de colheita e processos de secagem.** Cruz das Almas – BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010. Dissertação de Mestrado.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v.35, p.753-759, 2008.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, L. M. M.; VIÉGAS, P. R. A.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A. Redução assimilatória de NO_3^- em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.8 n.2-3, 2004.

VIEIRA, R. F. et al. Genetic diversity of *Ocimum grantissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematic Ecologic**, Oxford, v.29, p.287-304,2001.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DO MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) IRRIGADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE NA ÁGUA¹

¹Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DO MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) IRRIGADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE NA ÁGUA

Lucylyia Suzart Alves

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-orientadora: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

RESUMO: O cultivo de plantas medicinais é uma tradição no meio rural brasileiro. Sendo assim, é importante fornecer aos produtores, em especial do semiárido, alternativas econômicas adequadas ao uso racional da água para a produção de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. O objetivo deste experimento foi avaliar a produção de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) sob condições de aplicação de águas salobras (NaCl). O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, instalada na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, localizada em Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos com 4 repetições, sendo avaliados 5 diferentes níveis de salinidade da água de irrigação: 0,01; 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹. As irrigações foram diárias durante um período de 55 dias. Ao final, as plantas foram colhidas e medidas a altura da parte aérea, diâmetro do caule, massa de matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz, comprimento de raiz; sendo também realizadas análises de macro e micronutrientes da parte aérea, efeitos bioquímicos em folhas e raízes, consumo hídrico e eficiência do uso da água. Foi observada uma redução nas variáveis de produção com o aumento da salinidade, e influência significativa nos teores de: K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl, sem influência nos demais teores de N, P, B. Dentre os parâmetros bioquímicos analisados, observou-se que os teores de carboidratos, aminoácidos, proteínas e prolina não apresentaram diferença significativa. O consumo hídrico pelas plantas e a eficiência do uso da água com base na matéria seca da parte aérea foram reduzidos em função da salinidade da água de irrigação.

Palavras-chave: condutividade elétrica, cloreto de sódio, planta aromática.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF BASIL (*Ocimum basilicum* L.) IRRIGATED WITH WATER OF DIFFERENT SALINITY LEVELS

Lucylyia Suzart Alves

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-Adviser: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

ABSTRACT: The cultivation of medicinal plants is a tradition in the Brazilian rural areas. Therefore, it is important to provide producers, especially in semi-arid, appropriate economic alternatives to the rational use of water for the production of medicinal plants, aromatic and spice. The aim of this study was to evaluate the production of basil (*Ocimum basilicum* L.) under conditions of application of brackish water (NaCl). The experiment was conducted in a greenhouse, installed in the experimental area Engineering Center of Water and Soil (NEAS), Federal University of Bahia Reconcavo - UFRB, located in Cruz das Almas, Bahia. The experimental design was completely randomized, consisting of 5 treatments with 4 replications, with five different salinity levels of irrigation water: 0,01; 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹. Irrigation was daily over a period of 55 days. Finally, the plants were harvested and measured the height of shoot, stem diameter, fresh weight and dry weight of shoot and root, root length; also being carried out analyzes of macro and micronutrients of the shoot, biochemical effects in leaves and roots, water consumption and water use efficiency. A reduction in production variables with increasing salinity, and significant influence on levels was observed: K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl, without influence in other levels of N, P B. Among the biochemical parameters, it was observed that the levels of carbohydrates, amino acids, proteins and proline showed no significant difference. The water consumption by plants and the efficiency of water use based on dry matter of shoots were reduced due to the salinity of irrigation water.

Key words: electrical conductivity, sodium chloride, aromatic plant.

1 - INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas medicinais, atualmente assume importância mundial devido à demanda exercida pela indústria química, farmacêutica, alimentícia e cosmética (SOUZA et al., 2007a). De acordo com Blank et al. (2004), o cultivo do manjeriço é estratégica pela grande diversidade de aplicação dessa espécie para fins culinários, ornamentais e extração de óleo. Dessa maneira, o manjeriço constitui uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos produtores, encontrando no Nordeste Brasileiro condições propícias para o seu desenvolvimento.

Teixeira et al. (2002) afirmam que no Brasil o manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais para a comercialização da planta como condimento. Blank et al. (2004) e Pravuschi et al. (2007), citam que além do uso “in natura” o manjeriço é muito utilizado para a obtenção de óleo essencial, importante na indústria de perfumaria e na aromatização de alimentos e bebidas. Este óleo essencial é empregado na indústria alimentícia, farmacêutica (TESKE; TRENTINI, 1995) e formulação de cosméticos (NOLASCO, 1996).

O manjeriço tem sido amplamente estudado em várias pesquisas para determinação de seu rendimento, componentes de produção, teor e composição do óleo essencial, fertilização e densidade de plantio em diferentes condições ecológicas, mas só uma quantidade limitada de trabalhos tem focado nos efeitos da irrigação (EKREN et al., 2012).

Ramin (2006), analisando a semeadura do manjeriço verde e roxo em diferentes temperaturas (15, 25 e 35 °C) e níveis de salinidade (0, 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dS m⁻¹), verificou que a espécie é moderadamente tolerante à salinidade na germinação e emergência da plântula. Na maioria das espécies o sintoma mais aparente, em condições de salinidade, é a redução no crescimento a medida que a concentração salina aumenta a cima de um determinado nível. Melo et al. (2008), afirmam que a salinidade é considerada um dos fatores limitantes ao crescimento das plantas e à produtividade agrícola.

De acordo com Sairam et al. (2004), a salinização é um dos fenômenos crescentes em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, decorrente de condições climáticas e da agricultura irrigada. Ferreira et al.

(2005) afirmam que a prática da irrigação é um instrumento efetivo no aumento da produtividade e na expansão de fronteiras agrícolas, porém sua utilização inadequada, como o uso de água contendo elevados teores de sais, além da drenagem insuficiente, também pode agravar os problemas de salinização nos solos, reduzindo assim os rendimentos das culturas, ou até mesmo resultando no abandono dessas áreas. A FAO adverte que aproximadamente 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo já apresentam problemas de salinização e saturação do solo e que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desses problemas (LIMA JÚNIOR et al., 2010).

Em virtude da escassez de água de boa qualidade no Nordeste brasileiro e da necessidade da geração de alternativas para utilização da água de qualidade inferior (águas salobras), objetivou-se com este estudo, avaliar os efeitos do estresse salino no crescimento e na produção de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) sob condições de aplicação de águas salobras (preparadas mediante adição de NaCl), em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 1A) na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizado no município Cruz das Almas - BA, à latitude de 22°42' S, longitude 47°38' W e altitude média de 220 m. O clima da região é classificado como úmido a sub-úmido, com umidade relativa e temperatura média anual de 80% e 24°C, respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

A casa de vegetação utilizada é do tipo arco simples com 24 m de comprimento, 7,0 m de largura, pé-direito de 2,5 m, altura do arco de 1,50 m e orientação leste-oeste (Figura 1A). Os pilares de sustentação foram confeccionados com eucalipto tratado. O ambiente é protegido no teto por filme transparente de polietileno de baixa densidade com 0,10 mm de espessura e

telas de sombreamento ‘sombrite’ 50 %, revestindo também toda a lateral (Figura 1B).

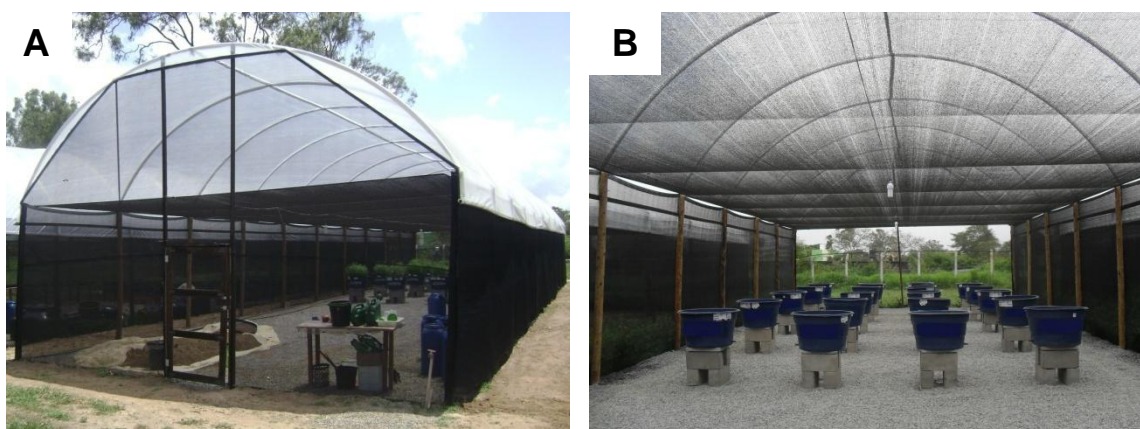


Figura 1. Visão externa (A) e visão interna (B) da casa-de-vegetação onde foi desenvolvido o experimento.

Fonte: SUZART (2013).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos, com 4 repetições. Foi utilizada água doce (chuva), apresentando condutividade elétrica (C.E.) igual a $0,016 \text{ dS m}^{-1}$, salinidade correspondente ao tratamento T1 (testemunha), os demais tratamentos, T2, T3, T4 e T5, foram obtidos pela adição de NaCl comercial à água doce (chuva), até atingir os níveis de salinidades desejados, respectivamente, de 1,2; 2,3; 3,4; $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos e seus respectivos níveis de salinidade da água de irrigação

Tratamento	C.E. (dS m^{-1})
T1	0,01
T2	1,2
T3	2,3
T4	3,4
T5	4,5

2.3 Temperatura e umidade relativa do ar

Durante o período experimental foi instalado no interior da casa de vegetação um sensor de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2). O registro dos dados, a cada 15 minutos, foi armazenado em um sistema de

aquisição de dados, datalogger CR 1000 (Campbell Scientific), conforme Figura 2.



Figura 2. Sensor instalado no interior da casa de vegetação.
Fonte: SUZART (2013)

2.4 Implantação e condução do experimento

As mudas de manjeriço foram propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 3A), durante sete dias, e após o enraizamento foram encaminhadas para um berçário em sistema hidropônico NFT (Figura 3B), permanecendo por um período de 20 dias, atingindo ponto de transplântio (Figura 3C). Essas mudas foram adquiridas de matrizes hidropônicas, oriundas do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB (MATOS, 2011; SILVA, 2012; BIONE, 2013).

Após o período de permanência no berçário (20 dias) as mudas foram transplantadas para recipientes, com volume de 0,1 m³, sendo cultivadas 5 plantas por recipiente (Figura 3D); preenchido com solo. Os recipientes dispunham de um sistema de drenagem em sua base para permitir o fluxo do lixiviado. Os primeiros 0,05m do recipiente foram preenchidos com uma camada de brita lavada, recoberta com manta geotextil. Sobre a camada de brita, acomodaram-se seis camadas de solo, sempre adotando-se a mesma relação entre massa e volume de solo acomodado. Cada camada apresentava 5 cm de altura, totalizando 30 cm de altura de solo.

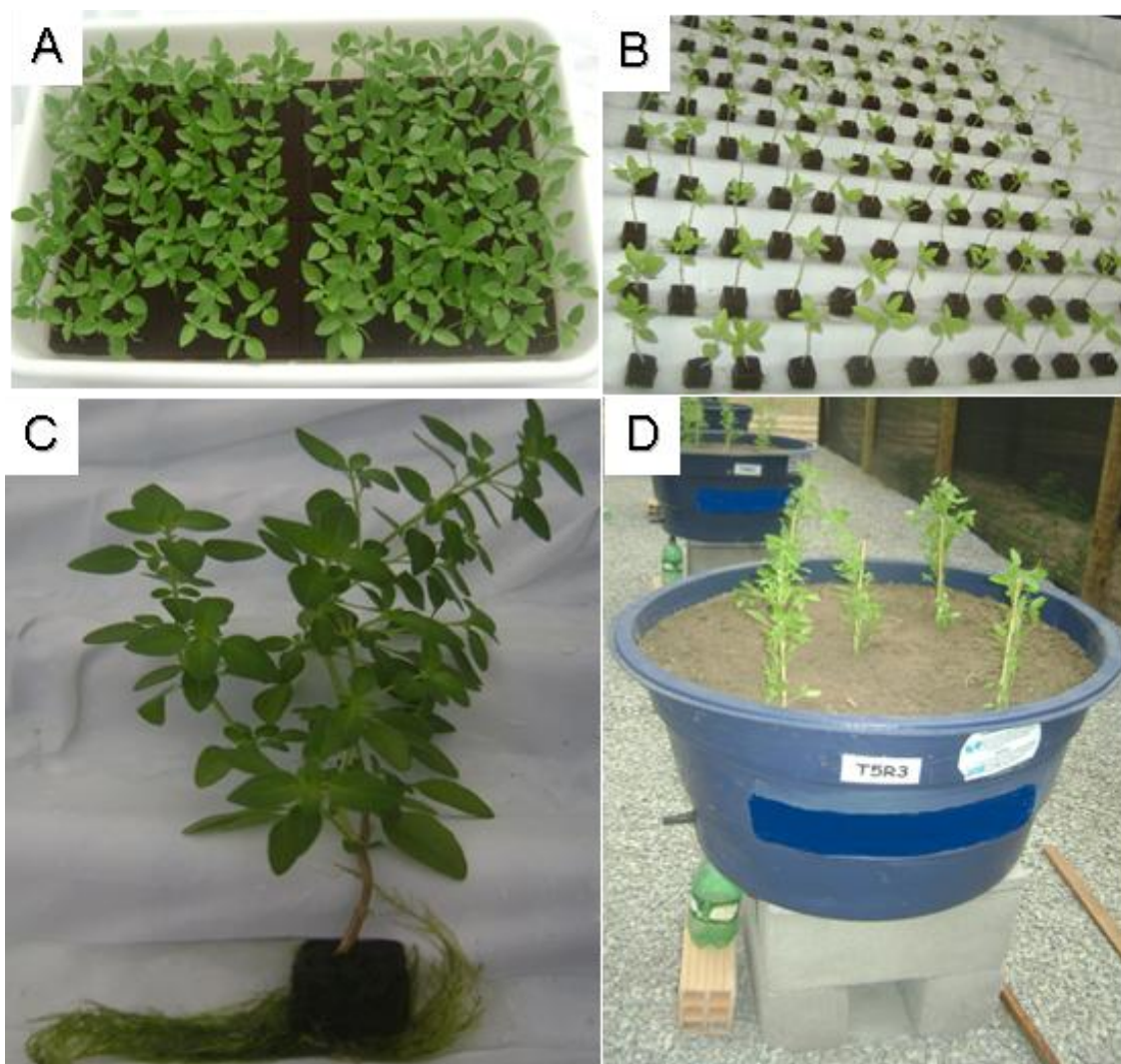


Figura 3. Produção de estacas de manjeriço em placa de espuma fenólica, colocadas em bandeja com água (A); Berçário onde foram produzidas as mudas no sistema NFT (B); Mudas em ponto de transplântio (C); As mudas logo após o transplântio no recipiente (D.).

Fonte: SUZART (2013).

O material de solo foi originado de um perfil proveniente do Campus da UFRB em Cruz das Almas - BA, coletado da camada 0 – 20 cm, e segundo classificação da Embrapa (1997) é um Latossolo Amarelo coeso. O solo foi seco ao ar livre e posteriormente retirada amostras para análises físicas (Tabela 2) que foram realizadas no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ e análises químicas (Tabela 3) realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa.

Na Figura 4, apresenta-se a curva de retenção de água no solo com os valores de ajuste da equação de van Genuchten (1980).

Tabela 2. Caracterização física do solo

Frações granulométricas (g Kg ⁻¹)						Silte	Argila	Floculação(%)	Textura
Areia									
AMG	AG	AM	AF	AMF	AT				
26	238	325	185	26	800	13	188	7	Média Arenosa

Tabela 3. Caracterização química do solo

pH	M.O.	P	K	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC
	g Kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						
6,50	15,52	16,00	0,12	0,00	0,00	0,07	0,55	0,19	0,74

O ajuste da curva de retenção seguiu o modelo de van Genuchten (1980), conforme a equação 1:

$$\theta(\psi_m) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot \psi_m)^n\right]^m} \quad (1)$$

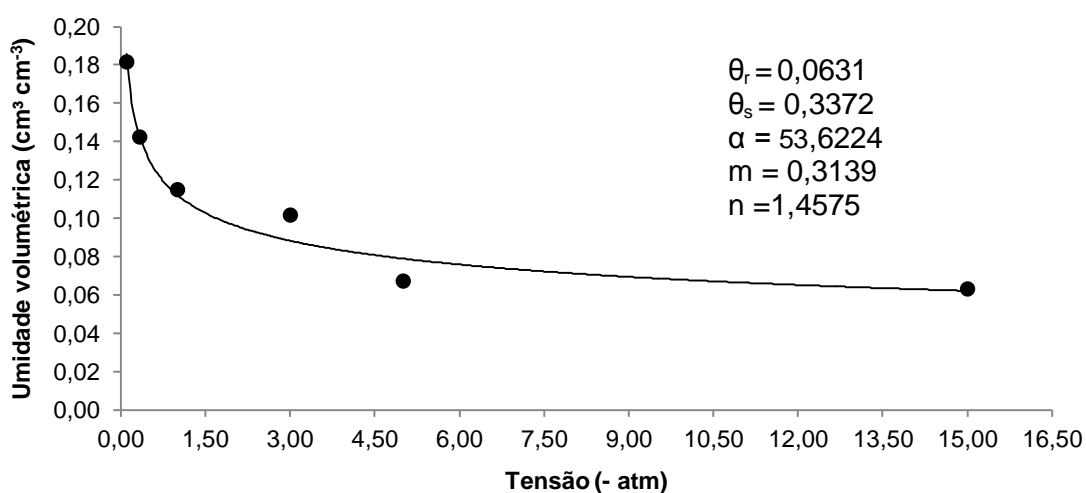
em que:

$\theta(\Psi_m)$ - teor de água como função do potencial matricial Ψ (m), cm³ cm⁻³;

θ_r - teor de água residual do solo, cm³ cm⁻³;

θ_s - teor de água do solo saturado, cm³ cm⁻³;

α , n - parâmetros empíricos de ajuste da equação, sendo que $m=1-(1/n)$ (Mualem, 1926).

**Figura 4.** Curva de retenção de água no solo.

Após o solo ser seco ao ar, destorroado e acomodado nos recipientes, iniciou-se o processo de saturação dos mesmos, já com os devidos tratamentos, procedendo-se em etapas até que ocorresse o início da drenagem do lixiviado em cada vaso; a drenagem ocorreu livremente por 48 horas. O processo de saturação foi realizado com os vasos fechados para evitar a evaporação.

Após análise das características químicas do solo, realizou-se uma adubação, utilizando húmus de minhoca (1 kg por recipiente), a partir da quarta camada do vaso (15 cm), pois segundo a literatura o sistema radicular do manjeriço cresce em torno de 15 a 20 cm, não necessitando adubar todo o solo do recipiente. Na ausência de recomendações técnicas de adubação para plantas medicinais, optou-se por proceder a uma adubação mínima a partir das recomendações de especialistas para culturas olerícolas.

2.5 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base no monitoramento do potencial da água no solo medido por meio de tensiômetros, instalados a 0,20 m de profundidade, em três recipientes de cada tratamento (Figura 5A). Foram conectados transdutores de pressão do tipo MPX 5100 (Motorola) (Figura 5B) em todos os tensiômetros para monitoramento contínuo das variações de potencial da água no solo ao longo do tempo. As medidas com automação dos dados de potencial da água no solo foram feitas utilizando-se um datalogger CR1000, Campbell Scientific. (Figura 5C).

Os valores de umidade foram obtidos a partir dos respectivos valores de potencial matricial, utilizando-se a curva de retenção de água no solo. A frequência de irrigação foi diária, aplicando-se ao solo o volume de água necessário para retornar a umidade à capacidade de campo. O volume lixiviado foi coletado através do sistema de drenagem existente na base dos recipientes.

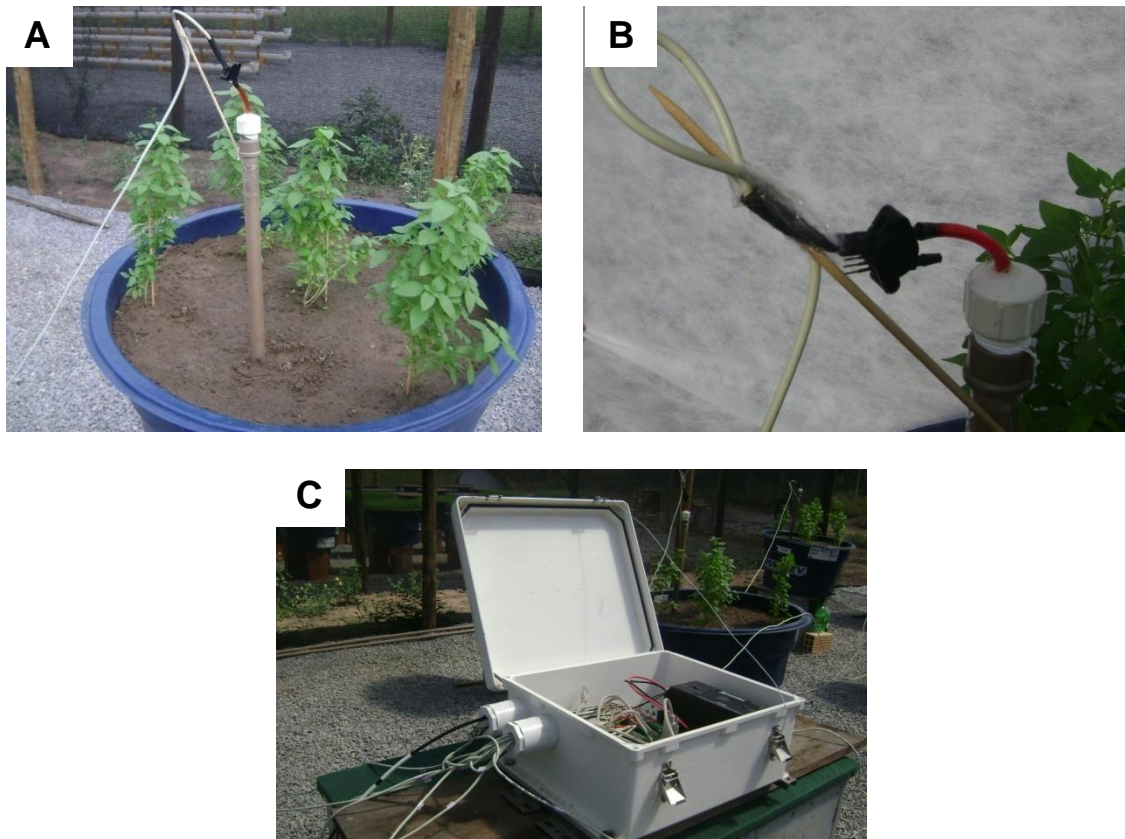


Figura 5. Tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade em recipientes (A); Transdutores de pressão instalados em tensiômetros (B); Sistema de aquisição de dados, Datalogger CR1000, conectado aos transdutores (C).
Fonte: SUZART 2013.

2.6 Coleta de dados do experimento

No decorrer do experimento, foram realizadas as medidas de altura da parte aérea (Figura 6A) e diâmetro do caule das plantas (Figura 6B) aos 0, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 DAT.

A colheita da parte aérea da cultura ocorreu aos 55 dias após o transplântio (DAT), com o corte das plantas (em pleno florescimento) à 15 cm acima do solo (Figura 6C), para avaliação da altura final da parte aérea, diâmetro final do caule, massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), análises químicas e bioquímicas. Também após o corte da parte aérea, foram retiradas as raízes (Figura 6D), colocadas em uma peneira para serem lavadas cuidadosamente sem que houvesse perdas e secas em papel toalha para avaliação do comprimento e da massa fresca.

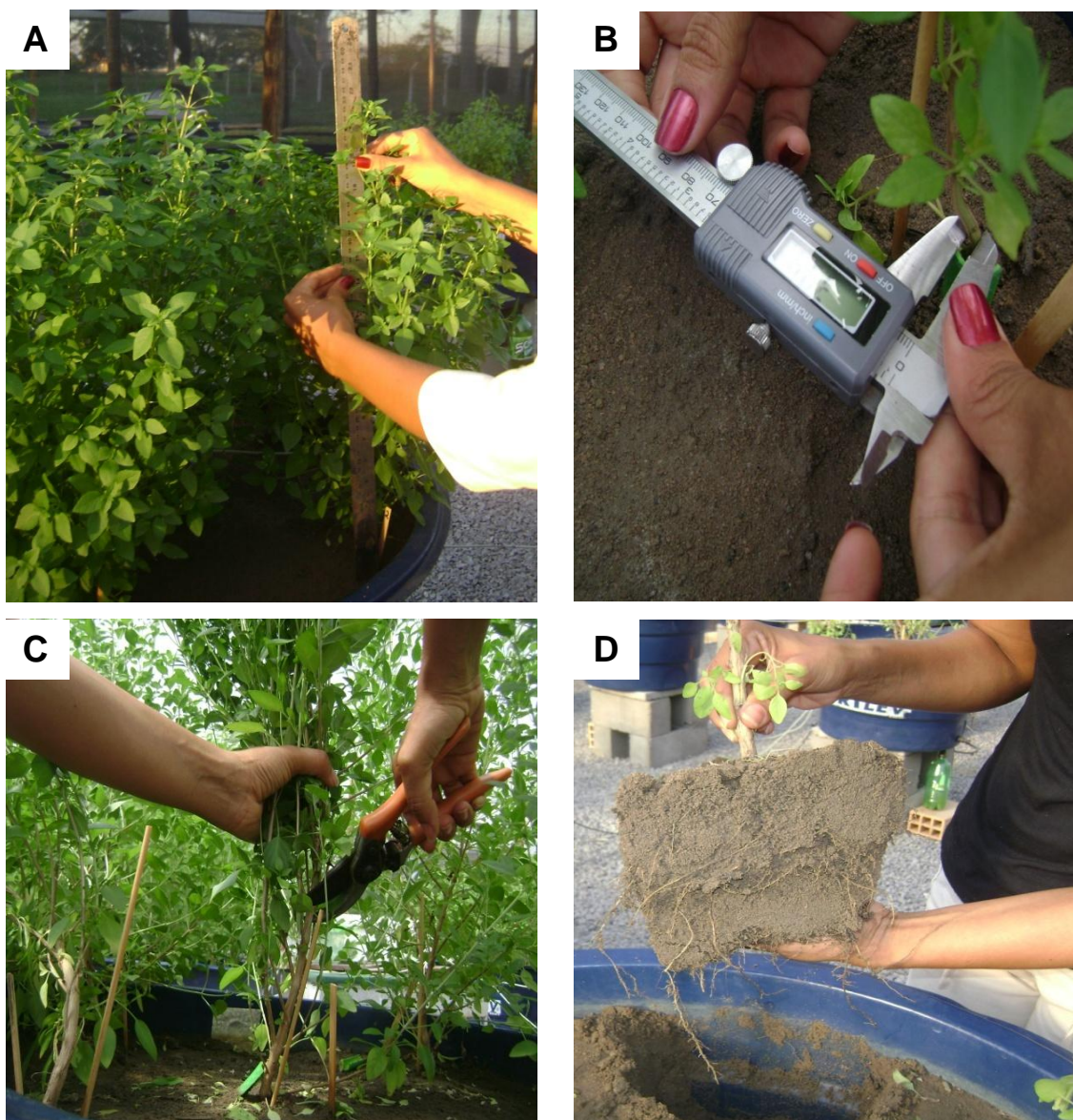


Figura 6. Medida de altura utilizando uma régua graduada (A); medida do diâmetro do caule com o auxílio de um paquímetro digital (B); colheita da parte aérea a 15 cm a cima do solo (C) e retirada das raízes (D).

Fonte: SUZART 2013.

Comprimento e diâmetro foram medidos com auxílio de régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Para o diâmetro foi fixada uma altura de medida de 3 cm a cima do solo. As medições foram realizadas nas 5 plantas por recipiente, ou seja, 5 plantas por repetição.

A massa fresca da parte aérea e das raízes foram obtidas mediante a pesagem em balança semi-analítica com precisão de 0,01g. A massa seca foi obtida após secagem em estufa com fluxo de ar forçado a 45 °C, por 10 dias até atingir massa constante.

Para as análises químicas foram utilizadas amostras secas e trituradas da parte aérea do manjeriço e encaminhadas para o laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da ESALQ para determinações de macro (N, P, K, Ca, Mg, S), micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Zn) e Na, no tecido vegetal.

No caso das análises bioquímicas (solutos orgânicos), coletaram-se amostras de folhas e raízes, inserindo-as em envelopes de papel alumínio, sendo armazenadas em freezer. Para o preparo dos extratos, as folhas e raízes foram retiradas do freezer e liofilizadas (a água congelada, presente na folha e raiz, passa do estado sólido para vapor e o material seca). O extrato bruto foi obtido macerando-se 1,0 g de tecidos liofilizados de folhas e raízes, com 5mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M, pH 7,0, contendo EDTA 0,1 mM. O homogeneizado foi filtrado em tecido de musselina e transferido para tubos de eppendorf, sendo encaminhadas para o congelador, posteriormente descongelados e centrifugados (centrífuga separa o material orgânico do inorgânico).

O sobrenadante foi armazenado em ultra freezer (-80°C) e utilizado para as determinações de carboidratos solúveis, aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livre. Todas as etapas para a obtenção do extrato bruto foram executadas a 4°C.

Procedimentos das análises Bioquímicas

Determinação do teor de carboidratos solúveis

Para a análise dos teores de carboidratos solúveis em folhas e raízes de manjeriço, foram utilizados tubos de ensaios, adicionando 20 µL de extrato; 480 µL de tampão fosfato, pH 7,0 e 100 mM; 500 µL de fenol 5% e por fim 500 µL de fenol 5%. Após adição do ácido, colocaram-se os tubos em água para esfriar e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm.

Determinação do teor de aminoácidos livres

Para a análise dos teores de aminoácidos livres em folhas e raízes de manjeriço foram utilizados tubos de rosca, adicionando 50 µL de extrato; 700 µL de tampão citrato (0,2 mM); 500 µL KCN (0,2 mM) + 100 µL de Ninhidrina 5%. Em seguida, os tubos contendo as amostras foram aquecidos em banho-

maria durante 15 minutos, sendo posteriormente colocados em recipiente com gelo. Após o resfriamento acrescentou-se 650 µL de álcool 60%, e por fim foi realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 570 nm.

Determinação do teor de proteína solúvel

Para a análise de proteína solúvel em folhas de manjeriço foram utilizados tubos de ensaio, adicionando 40 µL de extrato; 160 µL de tampão fosfato, pH 7,0; 2 mL de solução de reagente de Bradford; Fator de diluição (5x). No preparo das amostras de raízes foi adicionado 80 µL de extrato; 120 µL de tampão; 2 mL de solução de reagente de Bradford.

Determinação do teor de prolina livres

Nesse método, o extrato obtido foi colocado em tubos de ensaio rosqueáveis, pipetando 500 µL de água destilada, 1 mL de Ninhidrina ácida, 1 mL de ácido acético; em seguida os tubos foram tampados e colocados em banho-maria por uma hora a 100 °C e transferidos em seguida para banho de gelo. Após esse procedimento foram acrescentados 2,0 mL de tolueno e agitados para a separação das fases, sendo posteriormente feita a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 520 nm.

Condutividade elétrica (CE 1:2,5 e CEes) e pH:

Durante o experimento foram coletadas amostras de solo para determinação da CE 1:2,5 nas profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 30 cm. No caso, o solo foi seco ao ar e posteriormente destorroado para a preparação das suspensões diluídas com 10 g de solo, adicionando-se 25 mL de água destilada e em seguida agitadas. Após repouso da solução por 2 horas, obteve-se a condutividade elétrica no sobrenadante, utilizando um condutímetro de bancada.

Após a leitura da CE (1:2,5), as amostras foram devolvidas para o recipiente contendo o solo e levadas para um agitador para leitura do pH em um medidor de pH.

As análises de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), foram realizadas em duas amostras do solo original, sendo pesadas 200 g de solo, colocadas em um recipiente plástico de 500 mL e adição gradual de água

destilada com o auxílio de uma bureta de 50 mL, até as amostras atingirem as características desejadas como: superfície brilhosa, movimento lento em posição inclinada e fácil deslizamento sobre a espátula. Após o preparo da pasta, anotou-se o volume de água utilizado e as amostras foram deixadas em repouso por aproximadamente 15h (mantidas tampadas para evitar perdas de água por evaporação). Determinou-se a porcentagem de saturação pela seguinte relação:

$$\%Saturação = \frac{V}{p} \times 100 \quad (2)$$

em que:

v - volume de água gasto (mL)

p - peso da amostra (g)

Decorridas às 15 horas as amostras foram transferidas para um funil acoplado ao frasco kitasato contendo papel de filtro. Com a sucção utilizando bomba de vácuo, obteve-se o extrato de saturação. O extrato foi transferido para frasco de plástico com tampa, e posteriormente foi medida a condutividade elétrica por meio do condutímetro de bancada e o pH em um medidor de pH, ajustado a 25 °C. A CEes foi determinada seguindo-se a metodologia proposta por RICHARDS (1954).

2.8 Produção relativa da cultura

A partir dos dados de colheita determinou-se a produção relativa de cada tratamento, tendo como referência a produção do tratamento que recebeu água doce (testemunha), conforme relação a seguir:

$$PR = \frac{MFPA_{Ti}}{MFPA_{Test.}} \times 100 \quad (3)$$

em que:

PR - produção relativa, %

MFPA_{Ti} - massa de matéria fresca da parte aérea de um dado tratamento i, g

MFPA_{Testemunha} - massa de matéria fresca da parte aérea da testemunha (T1), g

2.9 Consumo hídrico

O consumo hídrico de água é calculado mediante dados do volume de água aplicado e drenado, conforme equação a baixo:

$$CH = V(ap) - V(dr) \quad (4)$$

em que:

CH - Consumo hídrico, L dia⁻¹

V(ap) - Volume aplicado, L

V(dr) - Volume drenado, L

2.10 Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida a partir da razão entre a produção de massa de matéria seca da parte aérea e o consumo hídrico acumulado do 1 aos 55 DAT.

2.11 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo analisados por meio da análise de regressão, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante o período experimental foi de 27,5 °C, com máxima de 33,9 °C e mínima de 22,5 °C. A umidade relativa média para o mesmo período foi de 67,3%, com máxima e mínima de 92,2% e 40,2%, respectivamente.

Durante o período do experimento, observou-se que as plantas apresentaram-se com vigor, e praticamente nenhuma infestação de pragas ou doenças foi detectada com risco de comprometimento ao aspecto visual e a produção da espécie (Figura 7A). Não se observou sintoma de toxidez por sódio (Na) e cloro (Cl), mesmo nos tratamentos com maiores níveis de salinidade. Somente ao final do experimento foi detectado a ocorrência de ácaros, sendo controlados com extrato de nim e leite diluído (Figura 7B) e o

aparecimento de insetos mastigadores (Figura 7C), sendo controlados manualmente.



Figura 7. Aspecto geral das plantas aos 55 DAT (A); Aplicação de nim com o pulverizador (B); Inseto mastigador (lagarta) (C).
Fonte: SUZART 2013

Pela análise visual foi observada uma aparente redução no tamanho das folhas em função do aumento da condutividade elétrica da água (Figura 8A). Não foi observada diferença quanto à tonalidade do verde das folhas, entre os tratamentos com diferentes níveis de salinidade (Figura 8B).

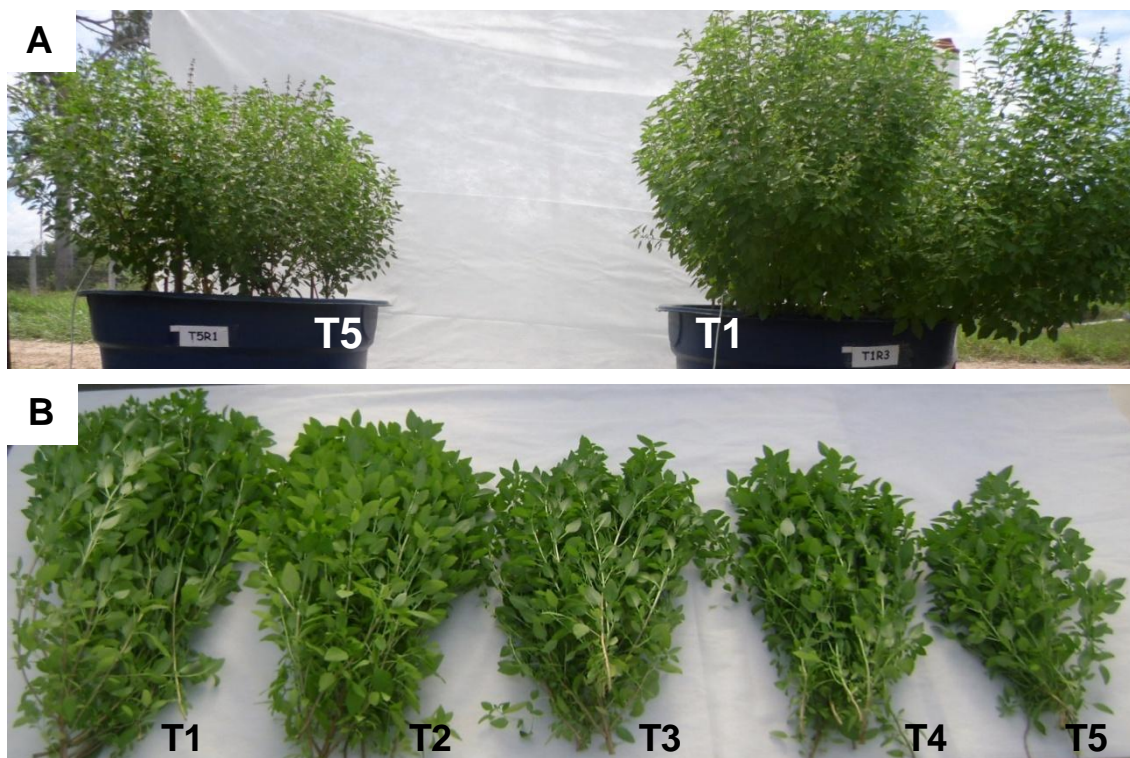


Figura 8. Diferenças visuais entre os tratamentos T1 (testemunha) e T5 (maior nível de salinidade; $CE\ 4,5\ dS\ m^{-1}$) (A); Aspecto geral das plantas de manjericão aos 55 DAT, em ordem crescente de CE, todas apresentando mesma tonalidade (B)
Fonte: SUZART 2013

Altura e diâmetro da parte aérea

Verificou-se que o aumento da salinidade na água de irrigação reduziu de forma linear e significativa os valores para as variáveis de diâmetro e altura de plantas de manjericão colhidas aos 55 DAT (Tabela 4). Os resultados das análises de variância indicaram a rejeição da hipótese de igualdade de efeito dos diferentes tratamentos sob as variáveis altura e diâmetro da planta. Houve efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação para essas variáveis.

Tabela 4. Resultado da análise de variância aplicado as variáveis altura e diâmetro do caule de manjericão.

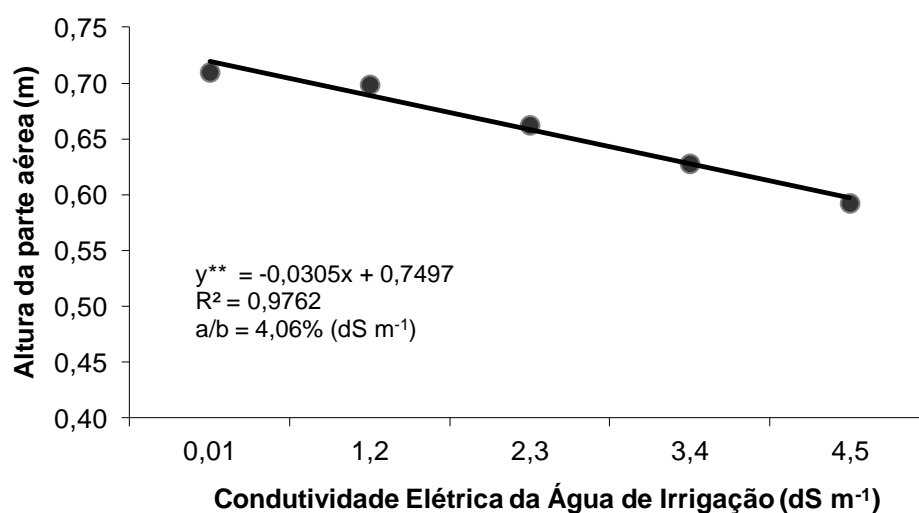
Variável	CV(%)	Pr>Fc
Altura	6,25	0,000**
Diâmetro	13,08	0,000**

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade.

As plantas de manjericão aos 55 DAT, apresentaram uma variação entre a altura média das plantas dos diferentes tratamentos de 0,59 (T5) a 0,71m

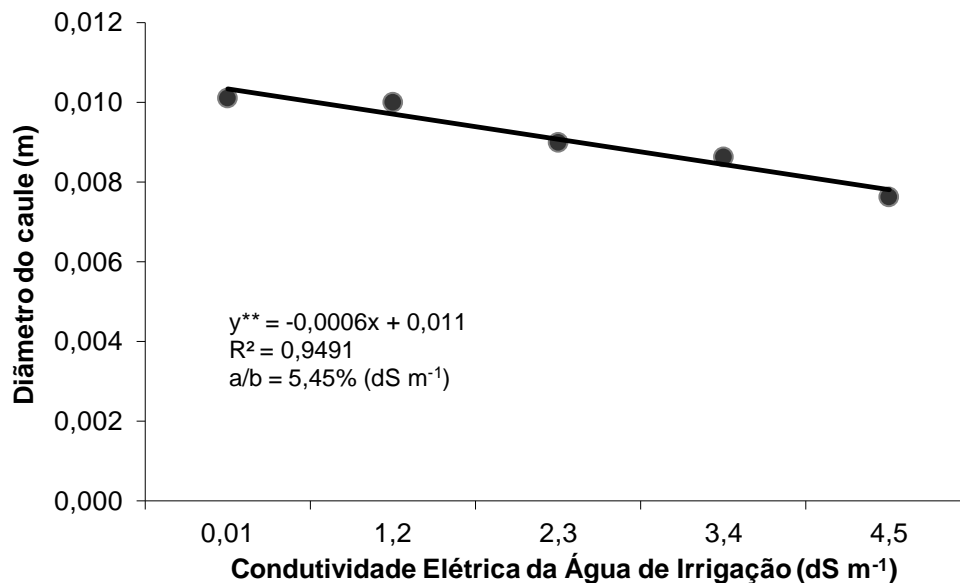
(T1) e diâmetro entre 0,0076 (T5) a 0,01m (T1), aproximadamente (Figura 9 e Figura 10, respectivamente). Silva (2012), em experimento com manjeriço, de mesma matriz genética deste experimento, cultivado com substrato em vasos, registrou altura de planta de manjeriço de até 0,50m, e diâmetro de até 0,0096m aos 60 DAT. Bione (2013), em experimento com manjeriço também da mesma matriz genética, porém, em cultivo hidropônico, registrou altura de planta de manjeriço de até 0,55m, aos 49 DAT. Diante dos dados obtidos, em espécies da mesma matriz genética, demonstrou-se maior precocidade do manjeriço em condições de salinidade, em relação ao seu porte.

O decréscimo da altura e diâmetro da parte aérea do manjeriço em função do aumento unitário da salinidade da água foi de 4,06% e 5,45%, conforme demonstrado na Figura 9 e Figura 10, respectivamente.



** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 9. Altura da parte aérea em função da concentração de sal na água de irrigação.



** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 10. Diâmetro do caule em função da concentração de sal na água de irrigação.

Tanto neste trabalho, como em outros em que se avalia a tolerância das culturas à salinidade, observa-se que o aumento da salinidade reduz o crescimento da planta, pois essa necessita de mais energia para realizar os ajustes necessários para sua sobrevivência e condições de estresse. Segundo Rhoades et al. (2000), esta energia é desviada dos processos que conduzem ao crescimento e à produção.

Costa (2007) observou em amaranto tendência à diminuição da altura média e diâmetro do caule das plantas com o aumento da salinidade da água de irrigação, fator também observado em trabalhos realizados por Ghoulam et al. (2002), ressaltando que a principal resposta das plantas à salinidade é a redução no crescimento. Oliveira et al. (2011), avaliando o estresse salino no cultivo da berinjela, verificou uma redução na altura e diâmetro do caule em função do aumento da salinidade na água de irrigação.

A redução do crescimento da planta devido o estresse salino pode estar relacionado com os efeitos adversos do excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (Zhu, 2001; Munns, 2002; Dias et al., 2010). Prisco et al. (2010) relata que o estresse salino compromete a expansão e divisão das células, o

crescimento vegetativo e reprodutivo e acelera a senescência das folhas. Flowers (2004), destaca que em condições de estresse salino, as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, tendo como consequência uma redução da taxa fotossintética, sendo esta uma das principais causas na diminuição do crescimento das espécies nestas condições.

Massa fresca e seca da parte aérea

Os resultados das análises de variância indicaram a rejeição da hipótese de igualdade de efeito dos diferentes tratamentos sob as variáveis MFPA e MSPA. A comparação das médias obtidas revelam que a produção da massa de matéria fresca e seca de cada tratamento em relação a testemunha diminuiu com o aumento da salinidade, sendo o menor valor de 140,778 g de MFPA e 26,70 g de MSPA apresentado pelo tratamento de maior salinidade com NaCl (T5), conforme demonstrado na Tabela 5. Apesar dessa redução na produção, não foi detectada presença de sintomas de toxidez em nenhum dos tratamentos que prejudicasse a sua comercialização, sendo um resultado positivo principalmente para regiões que dispõem de águas salobras.

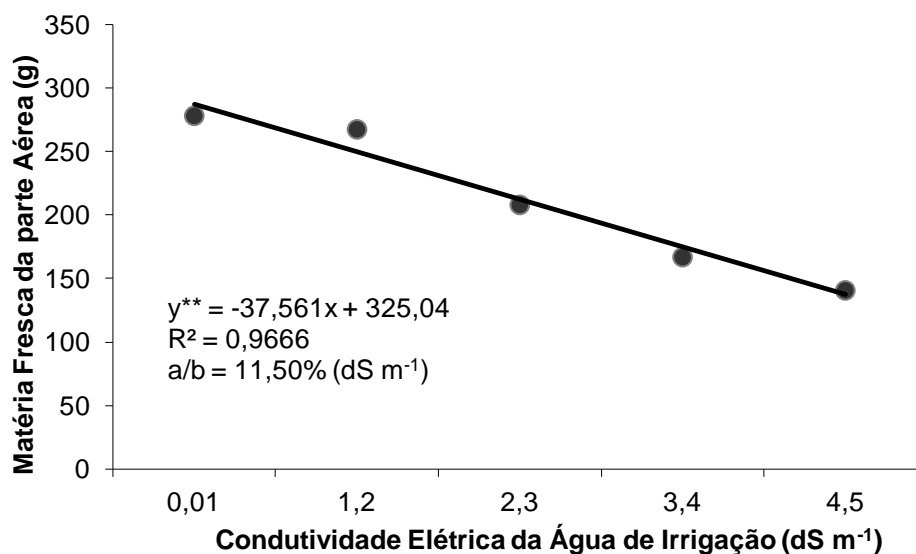
Tabela 5. Resultado da análise de variância e do teste de média (Tukey a 5%) aplicado a variável massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de manjeriço.

Variável	CV(%)	Pr>Fc	Teste de Média				
			T1	T2	T3	T4	T5
MFPA	25,10	0,000**	278,294 a	267,585 a	208,126 b	167,003 bc	140,778 c
MSPA	29,98	0,000**	54,148 a	49,271 ab	42,632 b	31,527 c	26,704 c

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, com 5% de significância. C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade.

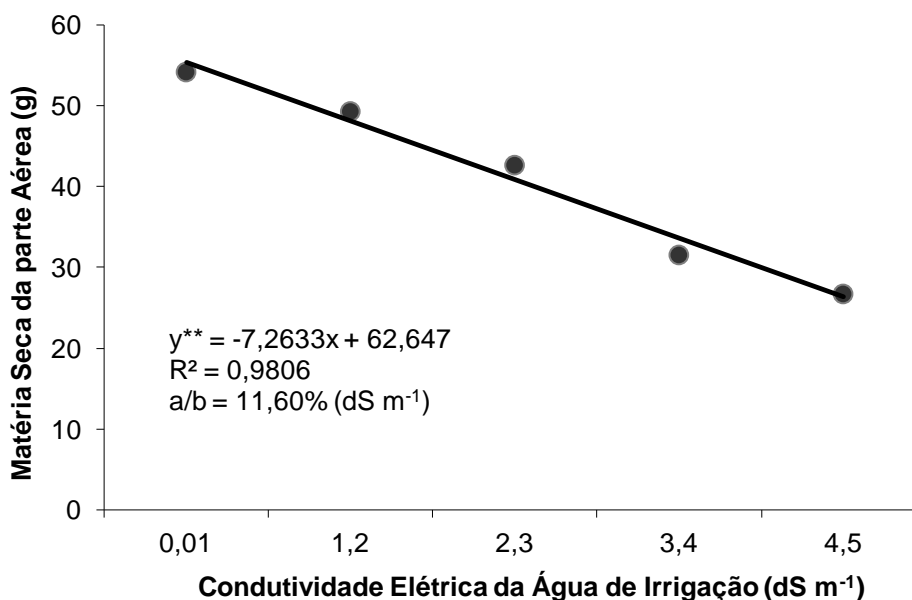
Nas Figuras 11 e 12 apresenta-se o comportamento da variável massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) em função do aumento da concentração salina na água de irrigação. Observa-se um declínio dos valores das médias a medida em que se eleva a concentração salina da água, este fato é observado tanto nos dados da variável MFPA quanto de MSPA, apresentando comportamentos lineares negativos e

significativos ($p < 0,01$), com decréscimos por aumento unitário da salinidade da água de irrigação de 11,5% e 11,6%, respectivamente.



** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 11. Massa fresca da parte aérea em função da concentração de sal na água de irrigação.



** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 12. Massa seca da parte aérea em função da concentração de sal na água de irrigação.

No presente estudo observou-se que o maior valor médio de MFPA foi cerca de 278,3 g e 54,14 g de MSPA aos 55 DAT, referente ao tratamento não salino (T1). Bione (2013) trabalhando em cultivo hidropônico e Silva (2012) em substrato, porém, com espécie da mesma matriz genética de manjeriço, obtiveram um valor médio máximo de MFPA e MSPA de aproximadamente 230g e 25,14g aos 49 DAT e 172,5g e 35,0g aos 90 DAT, respectivamente. Observa-se que os valores médios do tratamento T1 foi acima do encontrado pelos autores citados, em relação a espécies do mesmo genótipo, podendo ser resultado de um adequado manejo de irrigação (frequência diária). Leonardo (2007), produzindo manjeriço cv. 'Genovese' em solo, obteve um valor médio máximo de MFPA de aproximadamente 166,8 g aos 70 DAT. Oliveira et al. (2011) avaliando o estresse salino no cultivo da berinjela, observaram menores valores de matéria seca da parte aérea nos tratamentos mais salinos.

No presente estudo o valor médio encontrado no tratamento de maior nível de salinidade (T5) foi de 140,77 g de MFPA e 26,70 de MSPA. Carrasco et al. (2007), obtiveram 110,33 g de MFPA em seu tratamento com menor nível de salinidade (CE 1,5 dS m⁻¹) e 78,62g de MFPA em seu tratamento com maior nível de salinidade (CE 4,5 dS m⁻¹) aos 60 DAT, cultivando manjeriço em sistema hidropônico NFT.

De acordo com Wahid (2004), plantas que se desenvolvem submetidas a estresses ambientais, tendem a apresentarem modificações morfológicas, como redução na massa seca das folhas e, conseqüentemente, da parte aérea.

Comprimento, matéria fresca e seca das raízes

Analisando o sistema radicular da espécie de manjeriço deste estudo, observou-se que o comprimento, massa fresca e seca das raízes foram afetados significativamente pelo aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação (Tabela 6). São raros os trabalhos avaliando o efeito da salinidade nas raízes de manjeriço cultivado em solo. Oliveira et al. (2010), que avaliaram o desenvolvimento do rabanete em níveis de salinidade diferentes, verificaram significativa redução na massa fresca e seca de raiz. Nobre et al. (2011), Miranda et al. (2007) e Bosco et al. (2009), avaliando estresse salino no cultivo do girassol, moringa e berinjela, respectivamente, constataram que com o aumento da salinidade houve uma redução na massa seca da raiz.

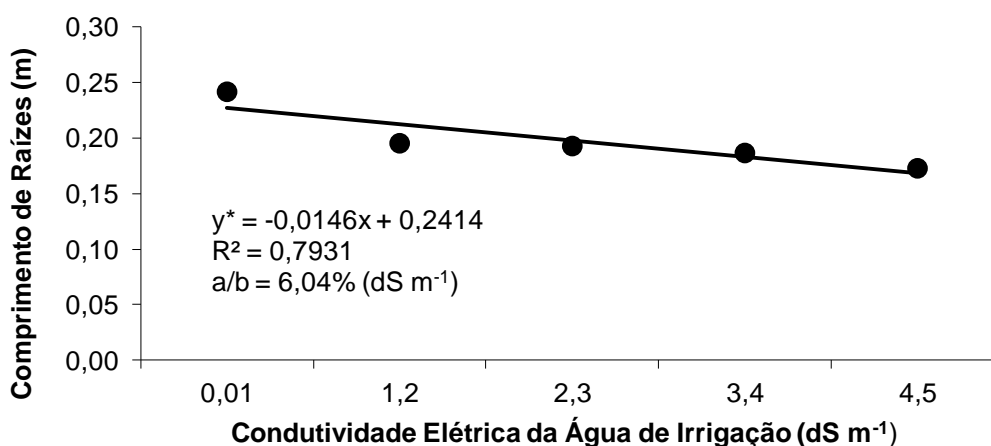
Tabela 6. Resultado da análise de variância aplicado as variáveis de raiz.

Variável	CV(%)	Pr>Fc
CR	14,91	0,050*
MFR	33,54	0,025*
MSR	37,07	0,003**

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; * Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; CR = Comprimento da raiz; MFR = Massa fresca da raiz; MSR = Massa seca da raiz.

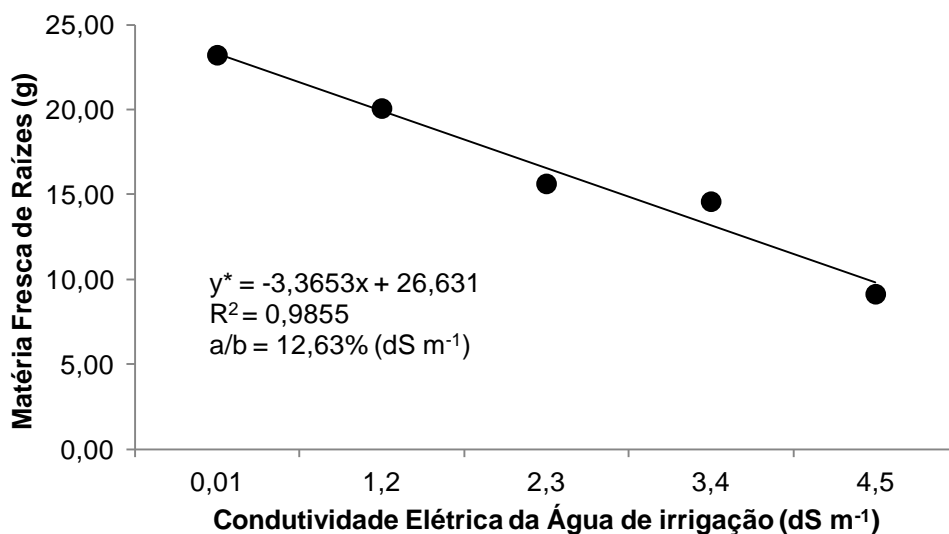
Jamil et al. (2004) relatam que o desenvolvimento da raiz e da parte aérea são as características mais importantes para avaliação das plantas em estresse salino, uma vez que as raízes estão em contato direto com o meio salino, diante disso, essas características fornecem informações importantes sobre a resposta das plantas às condições de estresse.

O comprimento, massa fresca e seca das raízes foram reduzidas linearmente de acordo com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação, sendo as maiores médias encontradas no tratamento de menor salinidade, enquanto que as menores médias foram obtidas no tratamento de maior salinidade. O decréscimo unitário do comprimento, massa fresca e seca das raízes em função da salinidade da água de irrigação foi em média de 6,04%, 12,63% e 15,50%, respectivamente (Figuras 13, 14 e 15). Observa-se que nesse trabalho a maior redução, em função da salinidade da água de irrigação, ocorreu nas raízes que na parte aérea da cultura de manjeriço.



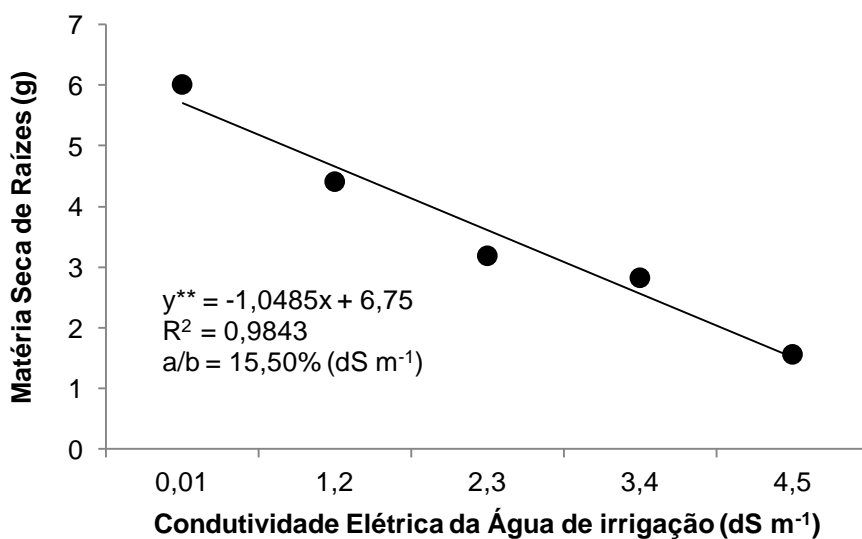
* Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; R² = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 13. Comprimento das raízes de manjeriço em função da concentração de sal na água da irrigação.



* Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 14. Matéria fresca das raízes de manjeriço em função da concentração de sal na água da irrigação.



* Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 15. Matéria seca das raízes de manjeriço em função da concentração de sal na água da irrigação.

Macro e Micronutrientes

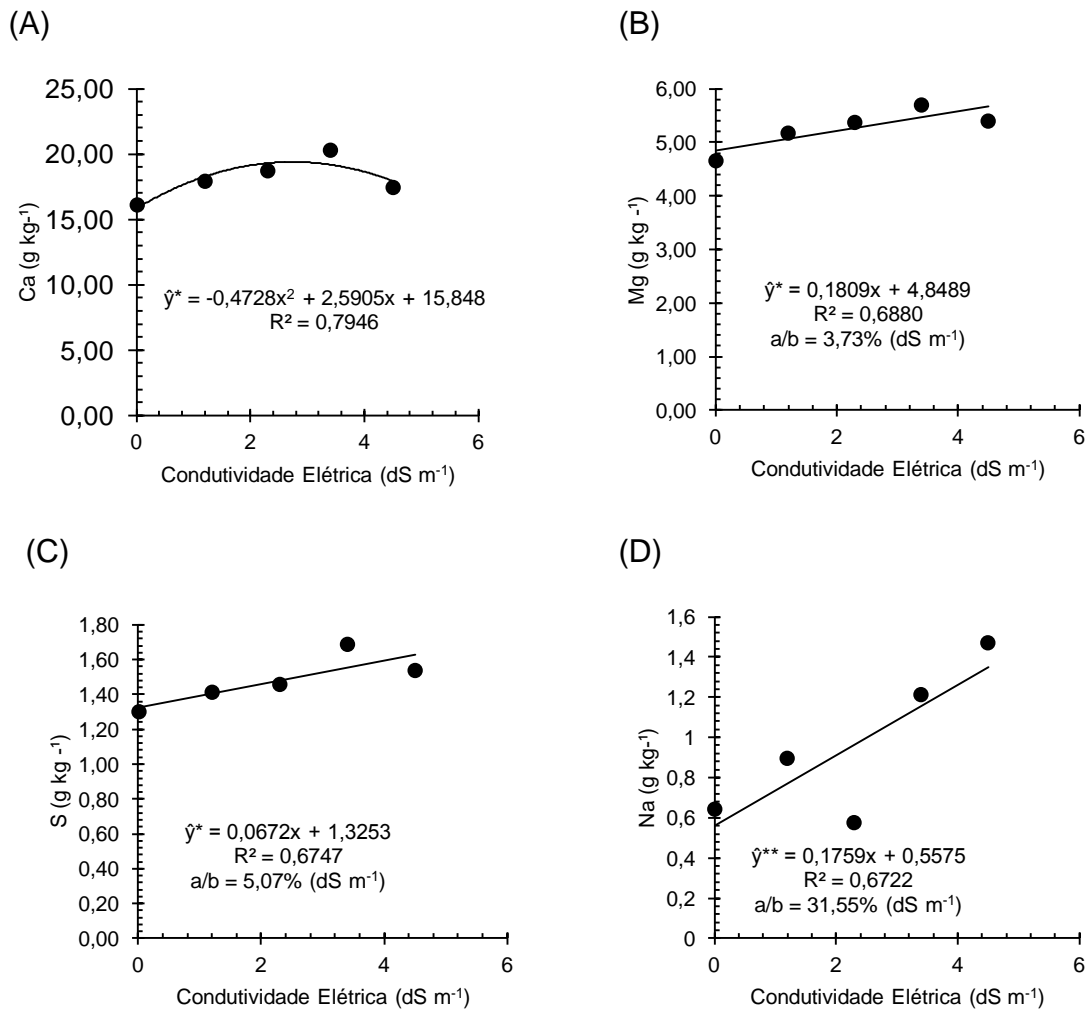
Os valores de macro e micronutrientes foram submetidos à análise de variância (ANAVA) (Tabela 7). As variáveis que apresentaram efeitos significativos foram submetidas a análise de regressão

Tabela 7. Resultado da análise de variância dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl obtidos da parte aérea de plantas de manjeriço, em função da salinidade da água de irrigação, aos 55 DAT.

Variáveis	CV(%)	Pr>Fc
N	10,23	0,167 ^{ns}
P	6,70	0,097 ^{ns}
K	7,33	0,015**
Ca	9,94	0,054*
Mg	7,57	0,029*
S	9,97	0,033*
Na	39,31	0,013**
B	19,58	0,230 ^{ns}
Cu	8,63	0,000**
Fe	13,98	0,036*
Mn	11,69	0,000**
Zn	6,14	0,000**
Cl	8,95	0,000**

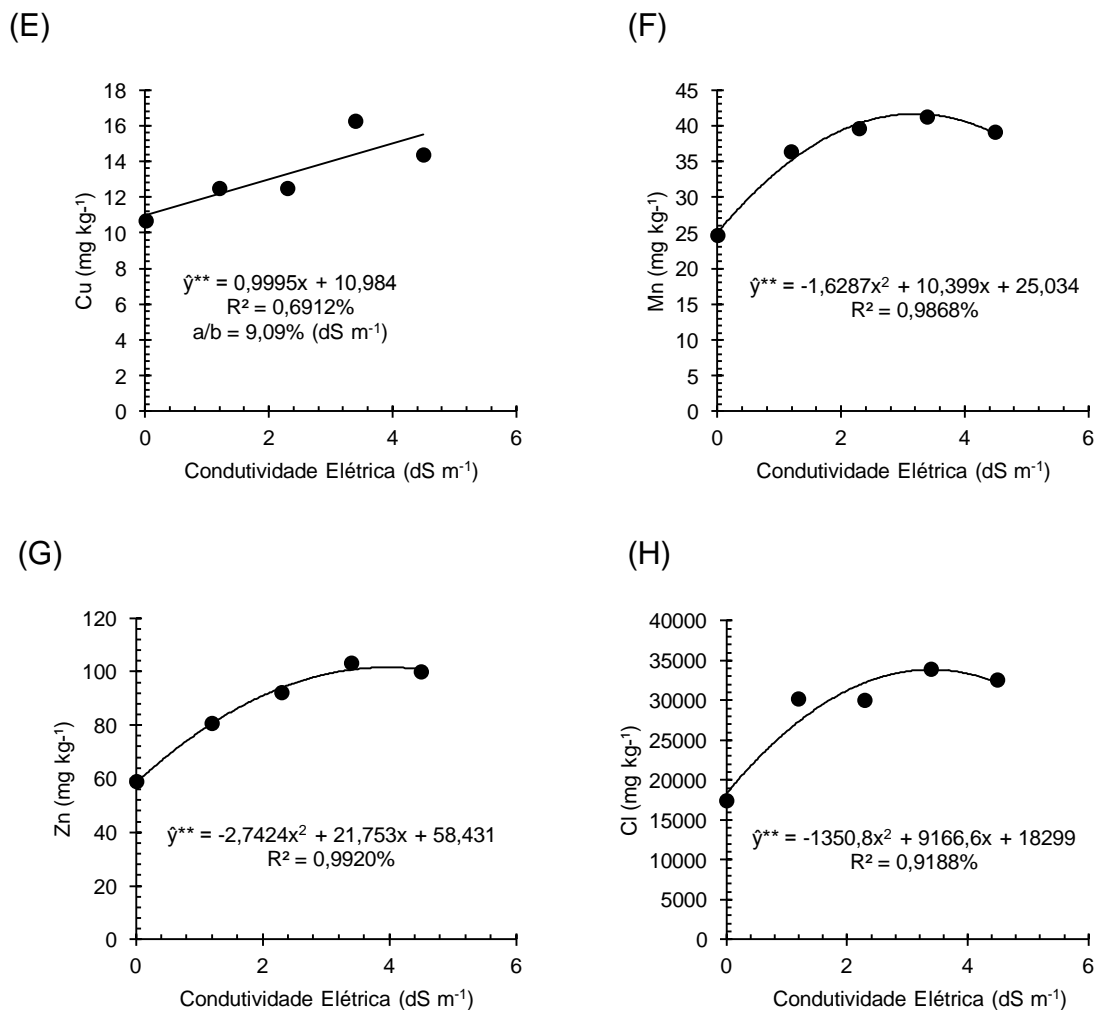
C.V. = Coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; * Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; ns= não significativo.

Os teores de K e Fe analisados na parte aérea de plantas de manjeriço cultivado com águas salobras com diferentes concentrações foram significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, porém não foi possível o ajuste de nenhum modelo de regressão com sentido biológico, pois os coeficientes de determinação obtidos foram muito baixos. Os demais teores dos macro (Ca, Mg, S), micronutrientes (Cu, Mn, Zn, Cl) e Na, apresentaram efeito significativo, sendo ajustados a modelos de regressão, conforme representado na Figura 16.1 e 16.2.



* Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 16.1. Teores de cálcio (A), magnésio (B), enxofre (C), sódio (D), na parte aérea de manjerição, em função da salinidade da água de irrigação, aos 55 DAT.



* Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; ** Significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 16.2. Teores de cobre (E), manganês (F), zinco (G), cloro (H), na parte aérea de manjericão, em função da salinidade da água de irrigação, aos 55 DAT.

De acordo com Farias et al. (2009) a salinidade reduz a atividade dos íons em solução e altera os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta.

Com o aumento da concentração de NaCl na água de irrigação, observa-se que ocorreu aumento na concentração de Na e Cl na parte aérea da planta, conforme demonstrado nas figuras 16D e 16H respectivamente. Em concordância com as observações feitas por Ferreira et al. (2001), afirmando que uma das respostas da planta à aplicação de NaCl é o aumento nas concentrações de Na e Cl nos diversos órgãos da planta. O mesmo autor

observou maiores concentrações de Cl nas folhas de goiabeira submetidas a aplicação de NaCl. Neves (2008), avaliando a salinidade em diferentes estádios de desenvolvimento, verificou acréscimo no Cl em planta de feijão-de-corda; Cruz et al. (2006) verificaram maiores concentrações de Na e Cl nos órgãos da planta de maracujá, em função da aumento crescente dos níveis de NaCl. O ponto médio máximo encontrado para o Na e Cl foi de 1,47 (g kg⁻¹) e 33900 (mg kg⁻¹), respectivamente, ambos no nível de salinidade de 3,4 (ds m⁻¹)

Observou-se no presente estudo que a absorção total de Cl foi bem maior que a do Na absorvido (Figuras 16H e 16D, respectivamente), em concordância com Fernandes et al. (2002); esses resultados são explicados pela característica de anion livre de cloro na planta, o que lhe confere maior mobilidade e transporte mais elevado do que o Na. Munns (2002), explica que esse aumento dos teores de cloro em relação ao tratamento de menor nível de sais contribui para a redução do crescimento das espécies.

Analisando os teores de Cálcio na parte aérea do manjericão (Figura 16 A), observa-se que houve um aumento do teor desse nutriente com o aumento da concentração de NaCl na água de irrigação. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Amorim et al. (2002), no cultivo do alho; Zuazo et al. (2004), no cultivo de mangueira cv. 'Osteen', e Souza et al. (2007b), no cultivo de feijão-de-corda submetidos a níveis crescentes de sais na água de irrigação. De acordo com Epstein e Bloom (2006), uma resposta fisiológica das plantas ao estresse salino é o aumento nas concentrações de Ca no citoplasma, podendo acarretar em prejuízos como a precipitação do fosfato, prejudicando assim o metabolismo energético. O teor de Ca apresentou um ponto médio máximo em torno de 20,31 (g kg⁻¹), no nível de salinidade da água de 3,4 (dS m⁻¹)

Os teores de magnésio na parte aérea de manjericão (Figura 16B) foram acrescidos em função do aumento na concentração de NaCl, apresentando um incremento em função do aumento unitário da salinidade da água de irrigação em média de 3,73% e o ponto médio máximo em torno de 5,70 (g kg⁻¹), no nível de salinidade da água de 3,4 (dS m⁻¹).

Avaliando os teores de N verificou-se que não houve efeito significativo com o aumento na concentração de sal na água de irrigação (Tabela 7). Alguns relatos sobre o efeito do nitrogênio nas plantas apontam que este nutriente

atua intensivamente no desenvolvimento vegetal, resultando em aumento da área foliar e da biomassa vegetal, explicado pelo aumento da capacidade fotossintética da planta, mantendo as folhas verdes por mais tempo com fotossíntese ativa (Oliveira et al., 2011). Assim, é possível sugerir que não foi verificado diferença quanto à tonalidade do verde das folhas do manjeriço no decorrer do experimento, entre os tratamentos com diferentes níveis de salinidade, podendo está relacionada à manutenção de N nos diferentes tratamentos.

Ferreira et al. (2001) e Neves et al. (2004), em trabalhos com diferentes culturas, constataram a redução dos teores de K nos órgãos da planta após a aplicação de NaCl. Neste trabalho, constatou-se o contrário, o que pode ser um dado positivo, pois de acordo com Lacerda et al. (2004), por ser o K extremamente importante ao metabolismo das plantas, a manutenção de teores mais elevados é fundamental para a maior produção de matéria seca em espécies tolerantes ao estresse salino.

Quanto aos micronutrientes analisados, Zn, Mn, Cu, observou-se que os teores desses nutrientes aumentaram com o aumento crescente da salinidade, tendo comportamento semelhante aos dos macronutrientes. Entretanto, existem poucos trabalhos que destacam a influência da salinidade sobre a absorção de micronutrientes. Hocking (1993), em trabalhos desenvolvidos com sorgo, submetido ao estresse salino, verificou que as concentrações de Mn, Cu e Zn eram maiores em plantas jovens, mas essas diferenças deixavam de existir ou se tornavam inconsistentes com o crescimento das plantas.

Parâmetros bioquímicos

Teor de carboidratos solúveis

Os teores de carboidratos solúveis não apresentaram diferença significativa com o aumento da salinidade, tanto em folhas como em raízes de manjeriço, conforme demonstrado na Figura 17A. Resultados semelhantes foram encontrados por Mendes et al. (2011), em experimento com abacaxi ornamental em condições de salinidade, verificou-se que a concentração de carboidratos solúveis não variou em função da presença do sal. Essa permanência de carboidratos solúveis totais nas folhas e raízes de manjeriço,

pode provavelmente, indicar possível defesa do vegetal sob condições adversas.

Teor de aminoácidos livres

De acordo com a Figura 17B, nota-se que não houve diferença significativa no teor de aminoácidos livres em folhas e raízes de manjeriço submetidas ao estresse salino. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2011) e Albuquerque et al. (2013), ambos trabalhando com feijão vigna em condições de estresse salino. Constatando que a salinidade não promoveu alterações significativas no teor de aminoácidos livres.

Teor de proteínas solúveis

Conforme demonstrado na Figura 17C, observa-se que com o incremento da salinidade ocorreu uma redução significativa ($p < 0,01$) no teor de proteínas solúveis em folhas e raízes de manjeriço a partir do T2 ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Tonin (2005) demonstrou que a salinidade interferiu no teor de proteína total em pimentão. Coscolin (2012), observou que com o aumento da deficiência hídrica em espécies de *Ocimum basilicum* L. houve uma redução na concentração de proteínas.

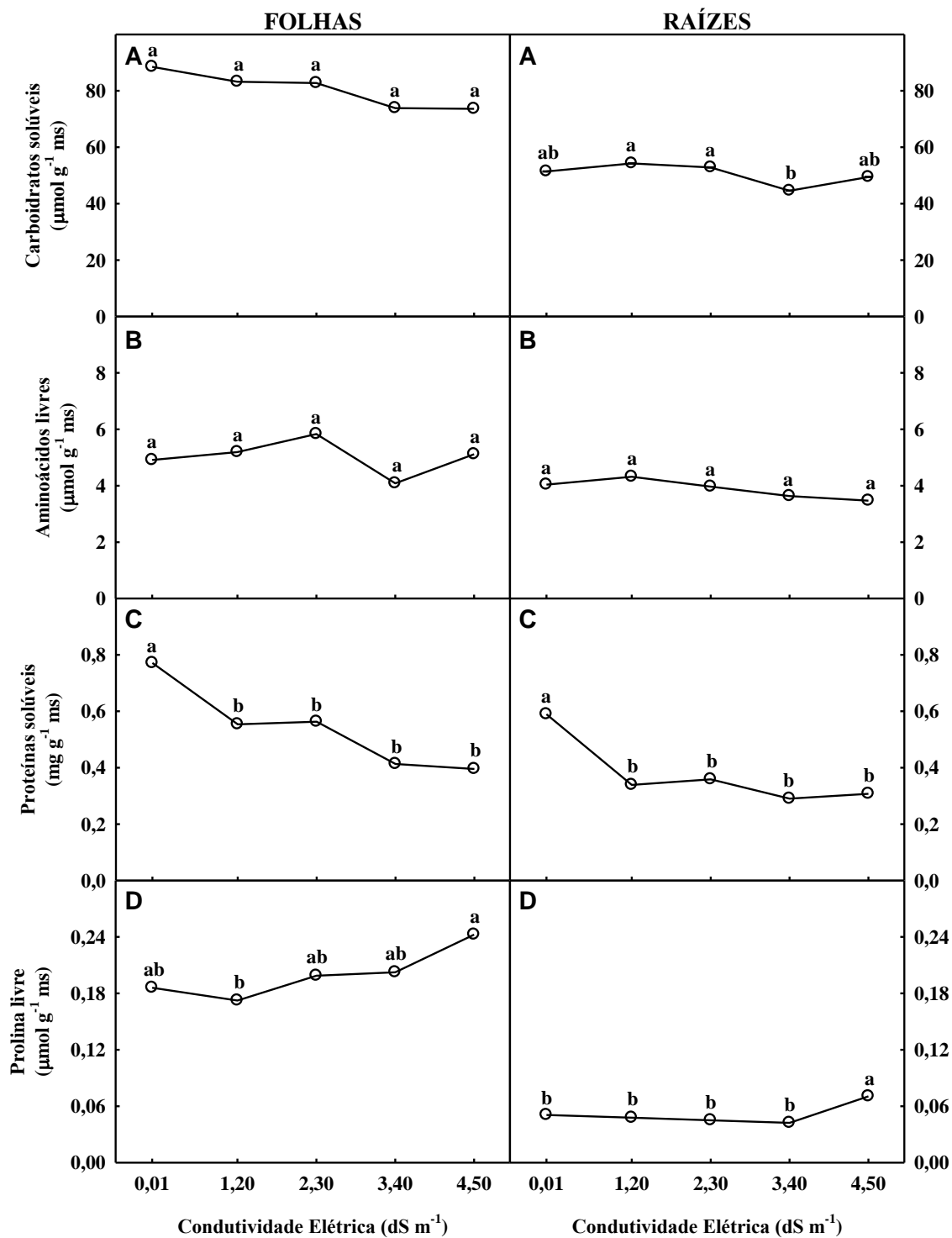
Alscher et al. (1997) afirmam que em plantas submetidas a condições ambientais adversas, ocorrem alterações no seu metabolismo primário, ressaltando ainda que em condições de estresse pode ocorrer decréscimo no teor de proteínas, em função do aumento da síntese de proteases. Ainda de acordo com Silveira et al. (2003), sob estresse salino, normalmente, há redução no conteúdo de proteínas das plantas estressadas, ou em virtude da síntese protéica ser prejudicada, ou pelo aumento da proteólise.

Teor de prolina livre

O comportamento para o teor de prolina em folhas e raízes de manjeriço é demonstrado na Figura 17D, onde pode-se observar que os diferentes tratamentos não apresentaram diferença significativa. Porém, houve um contraste entre as médias dos tratamentos, observando que o maior valor absoluto encontrado foi no tratamento de maior nível de salinidade. De acordo com Fumis et al. (2002), esse acúmulo de prolina no tratamento de maior

salinidade pode está associado a tolerância das plantas a diversos tipos de estresse ambiental, nesse caso em relação ao estresse salino. Como também pode ser um marcador bioquímico de alterações metabólicas geradas por diferentes tipos de estresse (LIMA et al., 2004). Ashraf et al. (2007), afirma que sob condições de estresse, o acúmulo deste aminoácido em muitas espécies de plantas apresenta correlação direta com a tolerância.

Leonardo (2007) e Coscolin (2012), trabalhando com espécies de *Ocimum basilicum* L., em condições de estresse hídrico, observaram aumento no teor de prolina livre, devido ao estresse hídrico. O acúmulo de prolina em plantas sob condições de estresse salino tem sido relatado também em outras culturas, como alecrim (Ragagnin, 2013); milho (Turan et al., 2009); sorgo forrageiro (Oliveira et al., 2006) e feijão vigna (Coelho, 2012). Esse acúmulo está correlacionado à tolerância ao estresse, sendo a concentração de prolina, geralmente encontrada em níveis mais elevados nas plantas tolerantes que nas sensíveis (Ashraf et al., 2007).



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 17. Teores de carboidratos solúveis (A), aminoácidos livres (B), proteínas solúveis (C) e prolina livre (D) em folhas e raízes de plantas de manjeriço em função da salinidade da água de irrigação, aos 55DAT.

Condutividade elétrica (CE 1:2,5 e CEes) e pH

Utilizando a relação entre CEes e CE 1:2,5 ($831 / 147,15 = 5,647$), estimou-se CEes do solo para camadas de solo 0-15 e 15-30 cm a partir de CE 1:2,5 determinadas para essas camadas conforme mostram as Tabelas 8.1 e 8.2.

Tabela 8.1. Valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação estimadas para camada de 0-15 cm, aos 30, 45 e 55 DAT, a partir da relação* entre CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo) e CE1:2,5 suspensão no solo original.

Tratamento	30 DAT (0-15 cm)			45 DAT (0-15 cm)			55 DAT (0-15 cm)		
	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)
T1	7,20	0,091	0,517	7,34	0,124	0,698	6,92	0,158	0,891
T2	7,26	0,251	1,417	7,40	0,493	2,784	7,21	0,415	2,344
T3	7,35	0,559	3,157	7,46	0,951	5,370	7,27	1,061	5,991
T4	7,45	0,535	3,021	7,40	0,954	5,387	6,97	1,738	9,814
T5	7,28	0,630	3,558	7,53	1,298	7,330	7,10	1,648	9,306

*Multiplicado por 5,647, o fator estimado para conversão, a partir de dados obtidos da CEes (831,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$), dividido pela CE 1:2,5 (147,15 $\mu\text{S cm}^{-1}$) do solo original.

Tabela 8.2. Valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação estimadas para camada de 15-30 cm, aos 30, 45 e 55 DAT, a partir da relação* entre CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo) e CE1:2,5 suspensão no solo original.

Tratamento	30 DAT (15-30 cm)			45 DAT (15-30 cm)			55 DAT (15-30 cm)		
	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)	pH	CE 1:2,5 (dS m ⁻¹)	CEes (dS m ⁻¹)
T1	7,08	0,077	0,435	7,10	0,249	1,406	7,04	0,150	0,831
T2	7,02	0,370	2,089	7,21	0,624	3,524	7,11	1,180	6,658
T3	7,07	0,695	3,925	7,10	1,267	7,155	7,14	1,870	10,560
T4	7,10	0,623	3,518	7,49	1,490	8,414	7,11	1,332	7,522
T5	7,11	0,802	4,529	7,21	1,492	8,425	7,20	1,332	7,522

*Multiplicado por 5,647, o fator estimado para conversão, a partir de dados obtidos da CEes (831,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$), dividido pela CE_{1:2,5} (147,15 $\mu\text{S cm}^{-1}$) do solo original.

Verifica-se, que as menores concentrações de sais ocorreram na região próxima à superfície do solo (camada de 0-15 cm), ocorrendo acúmulo de sais nas camadas mais profundas (15-30 cm) devido, possivelmente, à lixiviação dos sais nestas camadas. Ayers et al.(1991) abordam que, após se atingir o equilíbrio, a concentração de sais aumenta nas camadas mais profundas pelo fato da água de irrigação evapotranspirada pela cultura deixar os sais na zona

radicular para serem deslocados por irrigações subsequentes para sua parte inferior, onde se acumulam até serem lixiviados a maiores profundidades.

Nota-se também que o maior acúmulo de sais ocorreu nos tratamentos mais salinos, e com o decorrer do tempo, percebe-se aumento da concentração de sais na maioria dos tratamentos.

Observa-se que em alguns casos, o acúmulo de sais no solo não foi conforme variação da CE da água utilizada, podendo ser devido a fração de lixiviação não sendo igual para todos os tratamentos e também pode ser devido a presença de caminhos preferenciais do movimento da água no solo.

Considerando o fato que no tratamento T5 a CEes estimada foi superior a $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ e a cultura teve crescimento, desenvolvimento e produção satisfatória (50,0% em relação a testemunha - T1), pode-se afirmar que a cultura é tolerante a salinidade. Pois de acordo com Ayers & Westcot (1999), a tolerância das culturas ao estresse salino deve ser quantificada com base na sua resposta à salinidade do solo em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes).

Produção relativa da massa de matéria fresca da parte aérea

Na Figura 18 apresenta-se a produção relativa da massa de matéria fresca da parte aérea do manjeriço submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. A produção relativa do manjeriço foi linearmente reduzida com o aumento da salinidade da água de irrigação, para cada aumento unitário na salinidade dessas águas (em dS m^{-1}); observou-se reduções de produção relativa na ordem de 8,25 %. Bione (2013), em seu trabalho com espécie de manjeriço do mesmo genótipo, em condições de salinidade em sistema hidropônico, obteve uma redução de produção relativa de 7,86% por elevação unitária da salinidade da água (dS m^{-1}), para massa de matéria fresca da parte aérea.

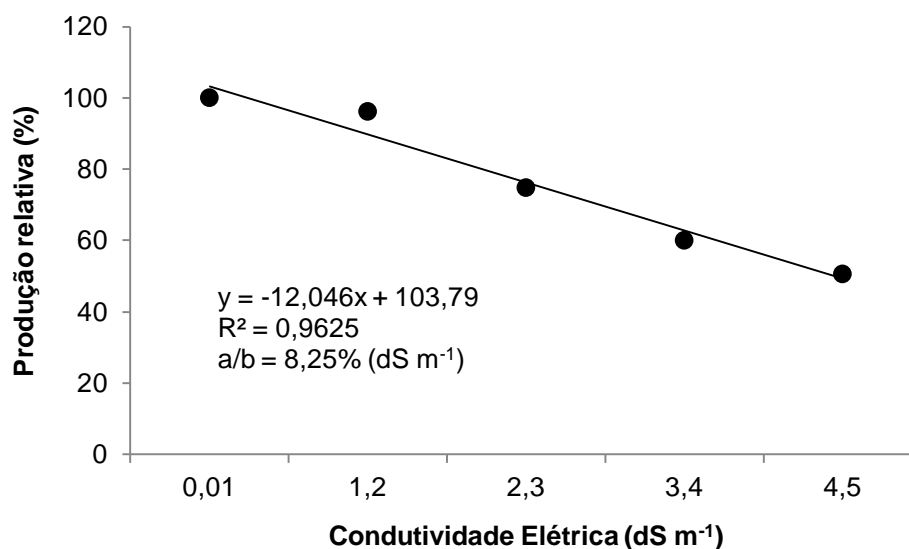


Figura 18. Produção relativa do manjericão em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Mesmo com redução da produção relativa no nível mais alto de salinidade (4,5 dS m⁻¹), a espécie apresentou crescimento e desenvolvimento satisfatório, podendo garantir que é viável a produção de manjericão com águas salobras. Como alternativa, o produtor pode compensar a redução da produção relativa, aumentando a população de plantas (Alves et al., 2011).

Consumo hídrico

Analisando-se o consumo hídrico médio diário da cultura do manjericão (Figura 19), verifica-se que o total de água aplicado nas plantas submetidas ao tratamento controle (T1) foi maior que as plantas dos demais tratamentos, em todos os períodos de desenvolvimento. As discrepâncias entre o tratamento 1 e os demais, são maiores a partir dos 27-37 dias após o transplante.

Como já abordado neste trabalho, tem-se que o efeito da salinidade na água de irrigação reduz a emissão de folhas, bem como interfere no crescimento das espécies. Assim, a transpiração é também afetada pela diminuição da área foliar e, conseqüentemente, do potencial transpiratório.

Embora a existência de relação negativa entre aumento da salinidade na água de irrigação e o consumo hídrico, nota-se que em todos os tratamentos, as plantas apresentaram um maior consumo hídrico ao fim do ciclo de produção, entre 49 e 55 DAT, variando de 4,4 litros dia⁻¹ para plantas sem

estresse salino e 2,85 litros dia⁻¹ para plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹.

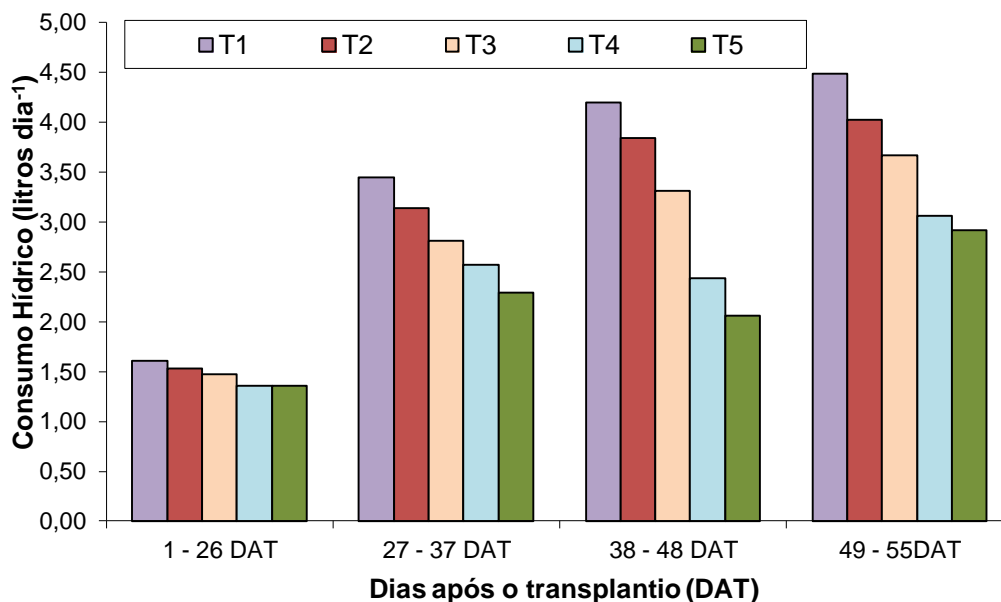
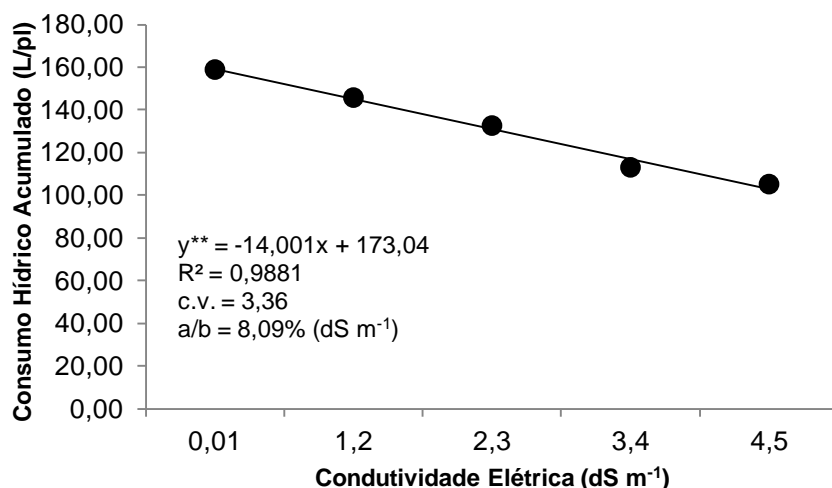


Figura 19. Consumo hídrico diário de plantas de manjeriço sob condições de estresse salino durante 55 DAT.

Rhoades et al. (2000), afirmam que a concentração salina próxima à zona radicular reduz o fluxo de água nas plantas em razão do efeito osmótico. De acordo com Richards (1974), o efeito osmótico da salinidade reduz a disponibilidade de água para a planta, contribuindo com o estresse hídrico, com redução progressiva da superfície transpiratória. O que fica comprovado nesse experimento, que o estresse salino induz a um estresse hídrico devido a redução do potencial osmótico. Concordando com Sousa et al. (2011), em que afirmam que o ajustamento osmótico é o principal responsável pelo aumento do consumo e declínio nos tratamentos de maiores concentrações de sais.

Verifica-se que o consumo hídrico total das plantas apresentou uma tendência significativa e negativa em relação ao aumento dos níveis de salinidade da água ($p < 0,01$). Observa-se que para um aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (dS m⁻¹) existiu uma redução de 8,09% no consumo hídrico total do manjeriço.



** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação; c.v. = coeficiente de variação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

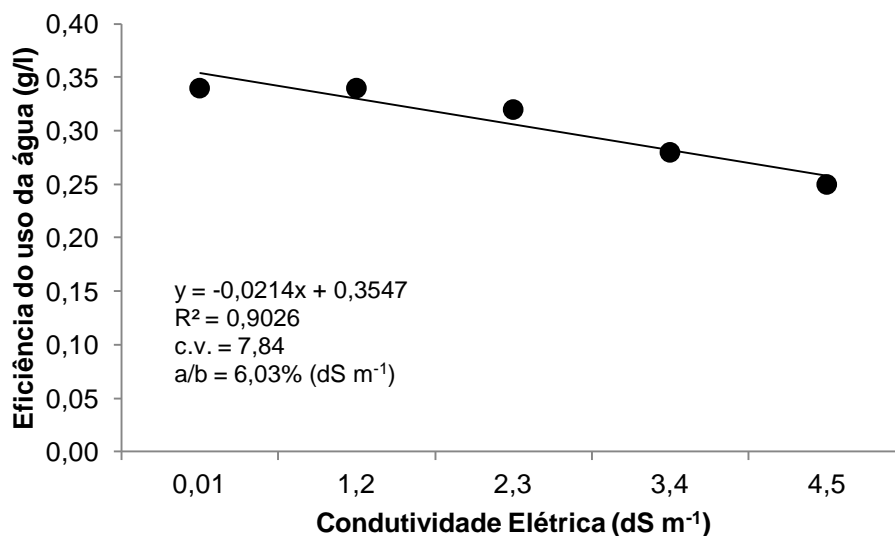
Figura 20. Consumo médio hídrico acumulado de plantas de manjeriço em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, durante 55 DAT.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com Silva et al. (2013), que observaram com a cultura de beterraba submetido a um solo salinizado, a redução no consumo hídrico pelas plantas, que também pode ser observada em cultivo sem solo e com águas salinas. Assim como verificado por Bione (2013) com a cultura do manjeriço, por Paulus et al. (2012), em cultivo de alface e por Silva et al. (2012) com a cultura da rúcula, todos em meio hidropônico, observando redução no consumo hídrico das plantas de acordo com o aumento da salinidade da água aplicada.

Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água do manjeriço foi determinada a partir da razão entre a massa seca da cultura e o total de água aplicado até os 55 dias após o plantio. Mesmo com a redução no consumo hídrico da cultura causada pelo aumento da salinidade da água de irrigação, houve decréscimo linear na eficiência do uso da água devido ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 21). Esse decréscimo indica que o estresse salino induz ao menor consumo de água, em consequência da redução de crescimento vegetativo (Rhoades & Loveday, 1990). Ocorreu uma redução na eficiência do

uso da água de 6,03% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação (dS m^{-1}).



R^2 = coeficiente de determinação; c.v. = coeficiente de variação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 21. Eficiência do uso da água de plantas de manjeriço (MSPA) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

4 - CONCLUSÕES

O uso de águas salobras não ocasionou sintomas visuais de deficiência ou toxidez nas plantas de *Ocimum basilicum* L.

O *Ocimum basilicum* L., apresentou diminuição nas taxas de crescimento; altura e diâmetro do caule, com o aumento da salinidade da água de irrigação.

O aumento da concentração da NaCl na água de irrigação reduziu linearmente o acúmulo de massas de matéria fresca e seca da parte aérea de *Ocimum basilicum* L., bem como o comprimento, massa fresca e seca da raiz.

Ocorreu influência significativa nos teores de K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl, não ocorrendo influência nos teores de N, P, B, em função da salinidade da água de irrigação.

O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação não apresentou influência significativa nos teores de carboidratos solúveis,

aminoácidos livres, proteínas solúveis e prolina livre em folhas e raízes de manjeriço.

A redução relativa da massa de matéria fresca da parte aérea do *Ocimum basilicum* L. foi de 8,256% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em dS m^{-1});

Com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação, o consumo hídrico diário pelas espécies diminuiu, apresentando uma redução do consumo hídrico total de 8,09% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em dS m^{-1});

A eficiência do uso da água do manjeriço com base na massa de matéria seca da parte aérea foi reduzida com o aumento do nível de salinidade da água de irrigação, apresentando uma redução de 6,03% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em dS m^{-1}).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. R. G.; COELHO, J. B. M.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, L. M. **Solutos compatíveis em feijão vigna cultivado hidroponicamente sob estresse salino**. In.: Congresso Nacional de Feijão Caupi, Recife / PE, 2013.

ALSCHER, R. G.; DONAHUE, J. L.; CRAMER, C. L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationships in green cells. **Physiologia Plantarum**, v.100, p.224-233, 1997.

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; VITAL, P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEY, H. R.; AZEVEDO, N. C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.2, p.167-170, 2002.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p. 206-216, 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado, p.153, 1999.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, p.218, 1991.

BIONE, M. A. A. **Produção hidropônica de manjeriço com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013. Dissertação de Mestrado.

BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. S.; SANTOS NETO, A. L.; ALVES, P. B. ARRIGONI-BLANK, M. F; SILVA-MANN, R. S.; Mendonça, M. C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.113-116, 2004.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B. O.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.157-164, 2009.

CARRASCO, G.; RAMÍREZ, P.; VOGEL, H. Efecto de la conductividade eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT. **Idesia**, v.25, n.2, p.59-62, 2007.

COELHO, J. B. M.; **Potencial osmótico, solutos orgânicos e comportamento hídrico do feijão vigna cultivado em solos salinizados**. Recife - PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. Tese de doutorado.

COSCOLIN, R. B. S.; **Efeitos fisiológicos e bioquímicos induzidos por deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L.** Botucatu - SP, Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, 2012. Dissertação de Mestrado.

COSTA, D. M. A.; **Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranto.** Natal - RN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007. Tese de doutorado.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T. ; COELHO, E. F. **Tendências climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas, BA.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais. Lavras, SBEA, v.1, p.43-45, 1998.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; **Efeitos dos sais no solo e na planta.** In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, cap.9, p.129-140, 2010.

EKREN, S.; SÖNMEZ, Ç.; ÖZÇAKAL, E.; KURTTAS, Y. S. K.; BAYRAM, E. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). **Agricultural Water Management**, v.109, p.155-161, 2012.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, p.212, 1997.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta. p.403, 2006.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. de; CURI, N.; PINTO, J E. B. P.; GUIMARÃES, P de T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1613-1619, 2002.

FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p.570, 2005.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.79-88, 2001.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p.307-319, 2004.

FUMIS, T. F.; PEDRAS, J. F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.449-453, 2002.

GENUCHTEN, M. T. Van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, p.892-898, 1980.

GHOULAM, C.; FOURSRY, A. E.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v.47, p.39-50, 2002.

HOCKING, P. J. Distribution and redistribution of mineral nutrient and dry matter in grain sorghum as affected by soil salinity. **Journal Plant Nutrition**, v.16, p.1753-1774, 1993.

JAMIL, M.; RHA, E. S. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). **Korean Journal of Plant Resources**, v.07, p.226-232, 2004.

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, n.2, p.289-295, 2004.

LEONARDO, M.; **Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese**. Botucatu - SP, Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, 2007. Tese de Doutorado.

LIMA JÚNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-21, 2010.

LIMA, M. D. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos de prolina em folhas de arroz. **Bragantina**, v.63, p.335-340, 2004.

MATOS, T. M. F. **Manejo agroecológico de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011. Dissertação de Mestrado.

MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; ROLIM, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.376-380, 2008.

MENDES, B. S. S.; WILLADINO, L.; CUNHA, P. C. DA; OLIVEIRA FILHO, R. A. DE; CAMARA, T. R. Mecanismos fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.71-77, 2011.

MIRANDA, J. R. P. de. et al.(todos) Produção de massa seca e acúmulo de nutrientes e Na por plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) cultivadas em solução nutritiva com diferentes níveis de NaCl. **Revista Ciências Agrárias**. n.47, p.187-198, 2007.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, Washington, v.12, n.3, p.513-522, 1976.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Logan, v.25, n.2, p.239-250, 2002.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.5, p.997-1006, 2004.

NEVES, A. L. R. **Irrigação do feijão-de-corda com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento e seus efeitos na planta e no solo**. Fortaleza - CE, Universidade Federal do Ceará, 2008. Dissertação de Mestrado.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.3, p.929-937, 2011.

NOLASCO, F. **Deficiências nutricionais em manjeriço (*Ocimum* spp) sob hidroponia**. Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. Trabalho de Conclusão de Curso.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. de S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, F. R. A. de. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.519-526, 2010.

OLIVEIRA, L. A. A.; BARRETO, L. P.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, M. V. F.; COSTA, J. C. A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.31-35, 2006.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.1, p.110-117, 2012.

PRAVUSCHI, P. R.; RIGOLIN, B. H. M.; MARQUES, P. A. A. **Manjeriço irrigado: Alternativa à extração predatória do Pau-Rosa**. Fórum ambiental de alta Paulista, 2007.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E., **Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, cap.10, p.143-159, 2010.

RAGAGNIN, R. C. G.; **Efeito do estresse salino no crescimento e na qualidade do óleo essencial de *Lippia gracilis* Schauer**. Mossoró - RN, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2013. Dissertação de Mestrado.

RAMIN, A. A. Effects of salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v.1, n.4, p.81-90, 2006.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M.; **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48 revisado, p.117, 2000.

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. SALINITY IN IRRIGATED AGRICULTURE. IN: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p.1089-1142, 1990. Agronomy, 30.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos.** DA EUA. México. Editorial Limusa, p.172, 1974.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: U. S. Department of Agriculture, p.160, 1954.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v.86, n.3, p.407-421, 2004.

SANTOS, M. J.; ALBUQUERQUE, E. R. G.; MELO, R.; NETO, B. N.; BARRETO, L. P.; COELHO, J. B. M. **Teor de aminoácidos livres em folhas de feijão vigna cultivados sob estresse hidrico e salino.** In: Congresso Brasileiro de Química, 51°. São Luíz / Ma, 2011

SILVA, A. O.; KLAIR, A. E.; SILVA, E. F. de F.; TANAKA, A. A.; JUNIOR, J. F. S. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1143-1151, 2013.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. **Irriga**, v.17, p.114-125, 2012.

SILVA, C. M. F. **Avaliação de diferentes substratos na produção de biomassa e teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).** Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. Dissertação de Mestrado.

SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, R. A.; ROCHA, I. M. A.; MOREIRA, A. C. O. M.; MOREIRA, R. A.; OLIVERIA, J. T. A. Proline accumulation and glutamine synthase activity are increased by salt-induced protolysis in cashew leaves. **Journal Plant Physiology**, v.160, p.115-123, 2003.

SOARES, T. M.; Silva, E. F. F.; Duarte, S. N.; Mélo, R. F.; Jorge, C. A.; Bonfim-Silva, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, n.2, p.35-248, 2007.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.310-318, 2011.

SOUZA, M. A. A.; ARAÚJO, O. J. L.; FERREIRA, M. A.; STARK, E. M. L. M.; FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Produção de biomassa e óleo essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**. v. 25, n.1, p.41-48, 2007a.

SOUZA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral de feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.75-82, 2007b.

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 Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants. **Acta Horticulturae**, v.569, p.203-208, 2002.

TESKE, M. TRENTINI, A. M. M. **Herbarium: compendio de fitoterapia**. 2. ed. Curitiba:Herbarium, p.19-21, 1995.

TONIN, F. B. **Atividade de enzimas antioxidativas e absorcao de silicio em plantas de pimentao submetidas a estresse salino**. Botucatu - SP, Faculdade de Ciencias Agronomicas da UNESP, 2005. Dissertação de Mestrado.

TURAN, M. A.; ELKARIM, A. H. A.; TABAN, N. T. S. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, p.893-897, 2009.

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, n.2, p.133-141, 2004.

ZHU, J. K. **Plant salt tolerance**. Trends in Plant Science, v.6, p.66-71, 2001.

ZUAZO, V. H. D.; MARTÍNEZ-RAYA, A.; RUIZ, J. A.; TARIFA, D. F. Impact of salinity on macro and micronutrient uptake in mango (*Magnifera indica* L. cv. Osteen). **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.2, n.1, p.121-133, 2004.

CAPÍTULO 2

TEOR, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SUBMETIDAS A CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão à Revista Brasileira de Plantas Mediciniais

TEOR, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SUBMETIDAS A CONDIÇÕES DE ESTRESSE SALINO.

Lucylyia Suzart Alves

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-orientadora: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

RESUMO: O objetivo deste experimento foi avaliar a produção e composição do óleo essencial de manjeriçãõ (*Ocimum basilicum* L.) sob a irrigação com as águas salobras (NaCl). O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, instalada na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, localizada em Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos com 4 repetições, sendo avaliados 5 diferentes níveis de salinidade da água de irrigação: 0,01; 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹. As irrigações foram diárias durante um período de 55 dias. Ao final, a parte aérea foi colhida, colocadas em estufa a 45 °C com circulação de ar até atingir peso constante, sendo em seguida pesadas em balança analítica para obtenção da matéria seca, trituradas e posteriormente foi realizada a extração do óleo essencial, para análise do teor, rendimento e composição química. O incremento da salinidade da água de irrigação não alterou o teor e composição química, tendo influência no rendimento do óleo essencial das plantas de manjeriçãõ. O principal composto do manjeriçãõ cultivado no presente trabalho é o cinamato de metila, apresentando teor médio de aproximadamente 55%, tendo o metil chavicol como o segundo constituinte principal com teor médio de aproximadamente 12% do óleo essencial.

Palavras - chave: águas salobras, metabolismo secundário, planta medicinal.

CONTENT, YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF BASIL PLANTS (*Ocimum basilicum* L.) SUBJECTED TO SALT STRESS.

Lucylyia Suzart Alves

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Co-Adviser: Dr^a. Greice Ximena Santos Oliveira

ABSTRACT: The objective of this experiment was to evaluate the yield and composition of essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) under irrigation with brackish water (NaCl). The experiment was conducted in a green-house, installed in the experimental area Engineering Center of Water and Soil (NEAS), Federal University of Bahia Reconcavo - UFRB, located in Cruz das Almas, Bahia. The experimental design was completely randomized, consisting of 5 treatments with 4 replications, with five different salinity levels of irrigation water: 0,01; 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹. Irrigation was daily over a period of 55 days. At the end, the plants were harvested, placed in an oven at 45 ° C with air circulation until constant weight, and then weighed on an analytical balance to obtain the dry matter, crushed and later extraction of the essential oil was performed to analyze the content, yield and chemical composition. The increasing salinity of irrigation water did not alter the content and chemical composition, having influence on the yield of essential oil of basil plants. The main compound of basil grown in this work is the methyl cinnamate, with an average content of about 55%, while the methyl chavicol as the second main constituent with an average grade of approximately 12% essential oil.

Key words: brackish water, secondary metabolism, medicinal plant

1 - INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste Brasileiro caracteriza-se por apresentar escassez de água, bem como disponibilidade de água com teor elevado de sais. A irrigação com água salobra leva a uma alta concentração de sais no solo, além de reduzir o potencial hídrico, podendo provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2003). De acordo com Rhoades et al., 2000, a utilização de espécies tolerantes a salinidade e a adoção de práticas de manejo de cultivo, do solo e da água tem propiciado o uso de águas salinas na irrigação de diversas culturas.

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae, caracteriza-se como subarbusto aromático, anual, ereto, ramificado, de 30-50 cm de altura, nativo da Ásia tropical e introduzido no Brasil pela colônia italiana. Cultivado em quase todo o Brasil em hortas domésticas para uso condimentar e medicinal, sendo comercializado na forma fresca em feiras e supermercados (LORENZI e MATOS, 2008).

Entre as ervas aromáticas, o manjeriço produz seu óleo essencial ou princípio ativo através do metabolismo secundário, que é ativado nas plantas como reação a algum tipo de estresse oferecido por fatores ambientais (LAWRENCE, 1992; GARLET, 2007; AZEVEDO & MOURA, 2010). De acordo com alguns autores, o estresse hídrico, nutricional e salino durante o cultivo do manjeriço, pode gerar uma maior quantidade e qualidade do óleo essencial (AMARAL et al., 1999; BERNSTEIN et al., 2010; PRAVUSCHI et al., 2010; EKREN et al., 2012). Segundo Gonçalves (2000), em decorrência da crescente valorização desses metabólitos secundários, as pesquisas têm se direcionado no sentido de maximizar a quantidade de óleo essencial produzido por planta, em várias espécies, sem perder a sua qualidade, ou seja, mantendo a concentração ideal de seus constituintes químicos de interesse.

Segundo Alves et al.(2003), a ISO (International Standard Organization) define óleos essenciais como óleos voláteis obtidos na maioria dos casos por destilação por arraste com vapor d'água, sendo formados por misturas complexas terpênicos lipofílicas geralmente líquidos apresentam em sua grande maioria, aroma agradável e intenso.

O óleo essencial do manjeriço (*O. basilicum* L.), possui grande importância para as indústrias, devido aos seus constituintes. De acordo com Carvalho Filho et al. (2006), o óleo essencial de manjeriço, possui alta concentração de linalol sendo valorizado no mercado internacional e amplamente utilizado nas indústrias de condimentos e cosméticos.

Simon (1990), destaca que de acordo com o conteúdo dos óleos essenciais, os manjeriços podem ser caracterizados em: Europeu, Francês ou Doce, considerado de alta qualidade pelo alto teor de linalol e metil chavicol; Egípcio, Reunião ou Comoro, composto por metil chavicol e linalol, sendo o metil chavicol em maior quantidade; Bulgário, Java ou Cinamato de Metila, composto por Cinamato de Metila; e Eugenol, sendo o óleo mais valorizado no mercado o de manjeriço tipo Europeu. A presença desses compostos aumenta o interesse econômico pela espécie, pois são utilizados nas indústrias de perfumaria, cosmética, de alimentos e medicamentos, principalmente como aromatizante e flavorizante de alimentos e na confecção de perfumes (GARLET, 2007).

Ereno (2006) confirma que este tipo de óleo essencial do manjeriço contém cerca de 40,2% a 48,5% de linalol, utilizado pela indústria alimentícia como aromatizante e pela indústria de perfumes na fixação de fragrâncias como o perfume Chanel nº 5.

Diante da sua importância, o manjeriço se apresenta como uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos produtores, visto que se trata de uma espécie de grande importância econômica, sendo adaptada às condições do semi-árido. Entretanto, há pouca informação disponível sobre sua tolerância à salinidade, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas visando verificar a capacidade dessa espécie em tolerar essa condição adversa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação, no teor, rendimento e constituintes químicos do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizado no Município Cruz das Almas-BA, à latitude de 22°42' S, longitude 47°38' W e altitude média de 220 m. O clima da região é classificado como úmido a sub-úmido, com umidade relativa e temperatura média anual de 80% e 24°C, respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'ANGIOLELLA et al., 1998).

A casa de vegetação utilizada é do tipo arco simples com 24 m de comprimento, 7,0 m de largura, pé-direito de 2,5 m, altura do arco de 1,50 m e orientação leste-oeste (Figura 1A). Os pilares de sustentação foram confeccionados com eucalipto tratado. O ambiente é protegido no teto por filme transparente de polietileno de baixa densidade com 0,10 mm de espessura e telas de sombreamento 'sombrite' 50 %, revestindo também toda a lateral (Figura 1B).



Figura 1. Visão externa (A) e visão interna (B) da casa-de-vegetação onde foi desenvolvido o experimento.

Fonte: SUZART (2013).

2. 2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos, com 4 repetições. Foi utilizada água doce (chuva), apresentando condutividade elétrica (CE) igual a 0,016 dS m⁻¹, salinidade correspondente à da solução T1(testemunha). As demais soluções T2, T3, T4 e T5, foram obtidas pela adição de NaCl comercial à água doce, até atingir os

níveis de salinidades desejados, sendo respectivamente, de 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m^{-1} , Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos e seus respectivos níveis de salinidade da água de irrigação

Tratamento	C.E. (dS m^{-1})
T1	0,01
T2	1,2
T3	2,3
T4	3,4
T5	4,5

2.3 Temperatura e umidade relativa do ar

Durante o período experimental foi instalado no interior da casa de vegetação um sensor de temperatura e umidade relativa do ar. O registro dos dados, a cada 15 minutos, foi armazenado em um sistema de aquisição de dados, datalogger CR 1000 (Campbell Scientific), conforme Figura 2.



Figura 2. Vista do sensor instalado no interior da casa de vegetação.

Fonte: SUZART (2013)

2.4 Implantação e condução do experimento

As mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) foram propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 3A) durante um período de sete dias, e após o enraizamento foram encaminhadas para um berçário construído com o sistema hidropônico NFT (Figura 3B),

permanecendo por um período de 20 dias (Figura 3C). Essas mudas foram adquiridas de matrizes hidropônicas, oriundas do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB (MATOS, 2011; SILVA, 2012; BIONE, 2013).

Após o período de permanência no berçário (20 dias) as mudas foram transplantadas para recipientes, com volume de $0,1 \text{ m}^3$, sendo cultivadas 5 plantas por recipiente (Figura 3D); o recipiente, preenchido com solo, por camadas, dispunha de um sistema de drenagem em sua base para permitir o fluxo do lixiviado. Os primeiros 0,05m do recipiente foram preenchidos com uma camada de brita lavada, recoberta com manta geotêxtil. Sobre a camada de brita, acomodaram-se seis camadas de solo, sempre adotando a mesma relação entre massa e volume de solo acomodado. Cada uma com 5 cm de altura, totalizando 30 cm de altura de solo.

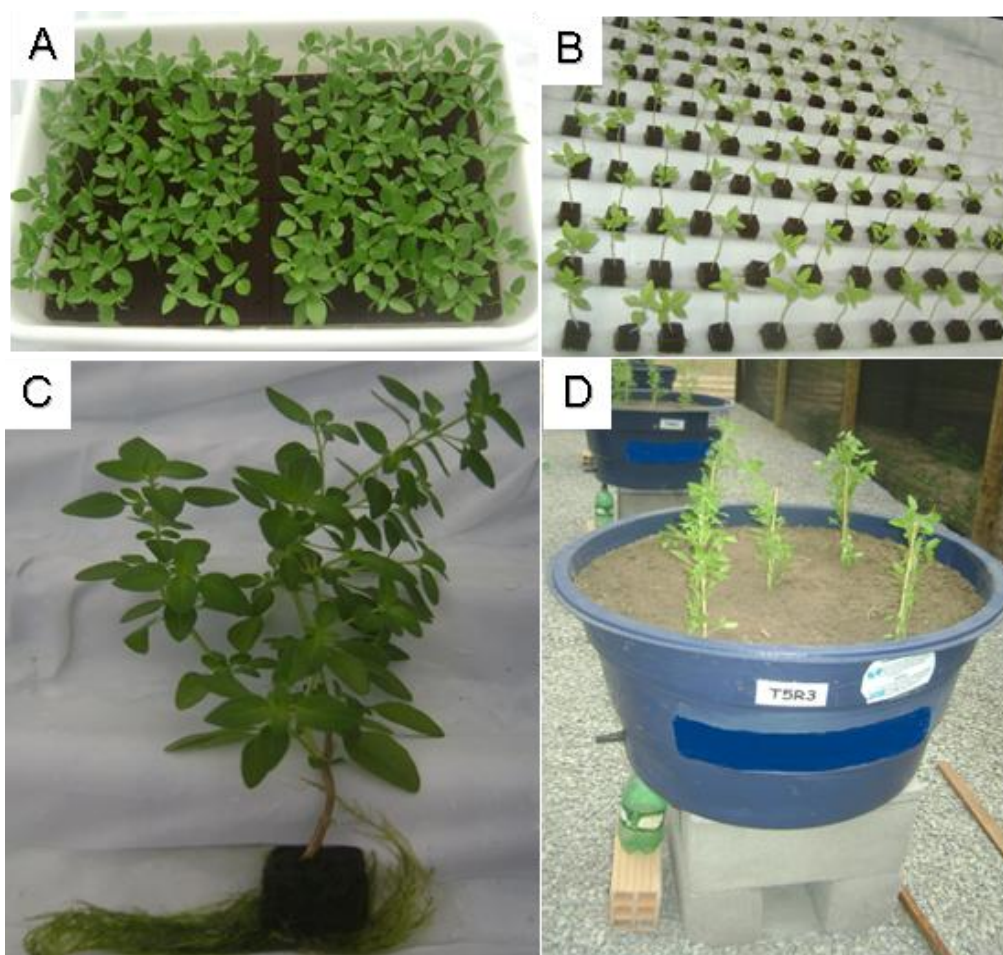


Figura 3. Produção de estacas de manjeriço em placa de espuma fenólica, colocadas em bandeja com água (A); Berçário onde foram produzidas as mudas no sistema NFT (B); Mudas em ponto de transplântio (C); As mudas logo após o transplântio no recipiente (D).

Fonte: SUZART (2013).

O material de solo foi originado de um perfil proveniente do Campus da UFRB em Cruz das Almas-BA, coletado da camada 0 - 20 cm, e segundo classificação da Embrapa (1997) é um Latossolo Amarelo coeso. O solo foi seco ao ar livre e posteriormente retirada amostras para análises físicas (Tabela 2) que foram realizadas no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ e análises químicas (Tabela 3) realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa.

Na Figura 4, apresenta-se a curva de retenção de água no solo com os valores de ajuste da equação de van Genuchten (1980).

Tabela 2. Caracterização física do solo

Frações granulométricas (g/Kg)						Silte	Argila	Floculação(%)	Textura
AMG	AG	AM	AF	AMF	AT				
26	238	325	185	26	800	13	188	7	Média arenosa

Tabela 3. Caracterização química do solo

pH	M.O. g Kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K -----	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC
-----cmol _c dm ⁻³ -----									
6,50	15,52	16,00	0,12	0,00	0,00	0,07	0,55	0,19	0,74

O ajuste da curva de retenção seguiu o modelo de van Genutchen, conforme a seguinte equação:

$$\theta(\psi_m) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot \psi_m)^n\right]^m} \quad (1)$$

em que:

$\theta(\Psi_m)$ é o teor de água como função do potencial matricial Ψ (m), cm³ cm⁻³;

θ_r é o teor de água residual do solo, cm³ cm⁻³; θ_s é teor de água do solo saturado, cm³ cm⁻³;

α e n são parâmetros empíricos de ajuste da equação, sendo que $m=1-(1/n)$ (Mualem, 1976).

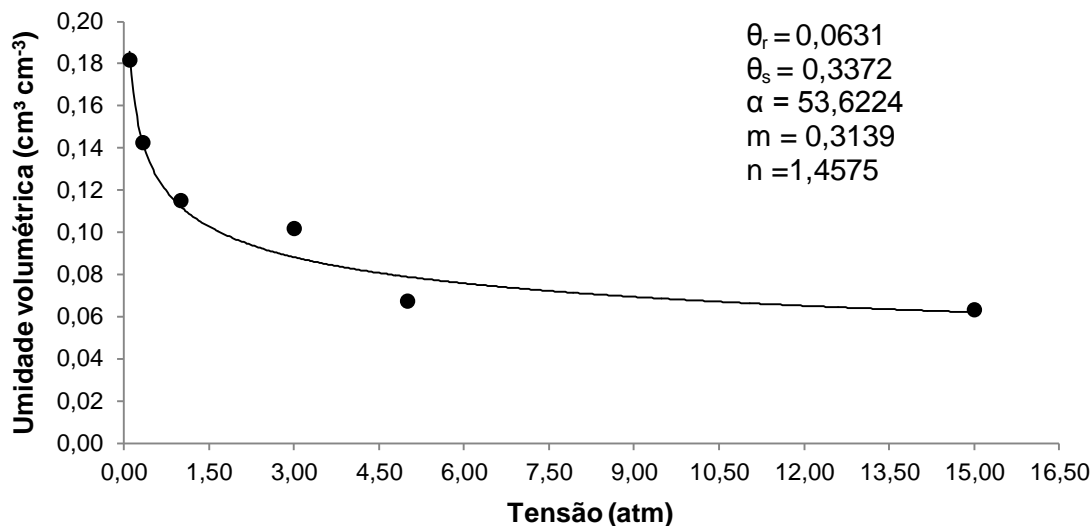


Figura 4. Curva de retenção de água no solo

Após o solo ser seco ao ar, destorroado e acomodado nos recipientes, iniciou-se o processo de saturação dos mesmos, já com os devidos tratamentos, procedendo-se em etapas até que ocorresse o início da drenagem do lixiviado em cada recipiente; a drenagem ocorreu livremente por 48 horas. O processo de saturação foi realizado com os recipientes fechados para evitar a evaporação.

Após análise das características químicas do solo, realizou-se uma adubação, utilizando húmus de minhoca (1 kg por recipiente), a partir da quarta camada do vaso (15 cm), pois de acordo com a literatura o sistema radicular do manjeriço cresce em torno de 15 a 20 cm, não necessitando adubar todo o solo do recipiente. Na ausência de recomendações técnicas de adubação para plantas medicinais, optou-se por proceder a uma adubação mínima a partir das recomendações de especialistas para culturas olerícolas.

2.5 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base no monitoramento do potencial da água no solo medido por meio de tensiômetros, instalados a 0,20 m de profundidade em três vasos de cada tratamento (Figura 5A). Foram conectados transdutores de pressão do tipo MPX 5100 (Motorola) (Figura 5B) em todos os tensiômetros para monitoramento continuado das variações de potencial da água no solo ao longo do tempo. As medidas com automação dos

dados de potencial da água no solo foram feitas utilizando-se um datalogger CR1000, Campbell Scientific. (Figura 5C).

Os valores de umidade foram obtidos a partir dos respectivos valores de potencial matricial, utilizando-se a curva de retenção de água no solo. A frequência de irrigação foi diária, aplicando-se ao solo o volume de água necessário para retornar a umidade à capacidade de campo. O volume lixiviado foi coletado através do sistema de drenagem existente na base dos recipientes.

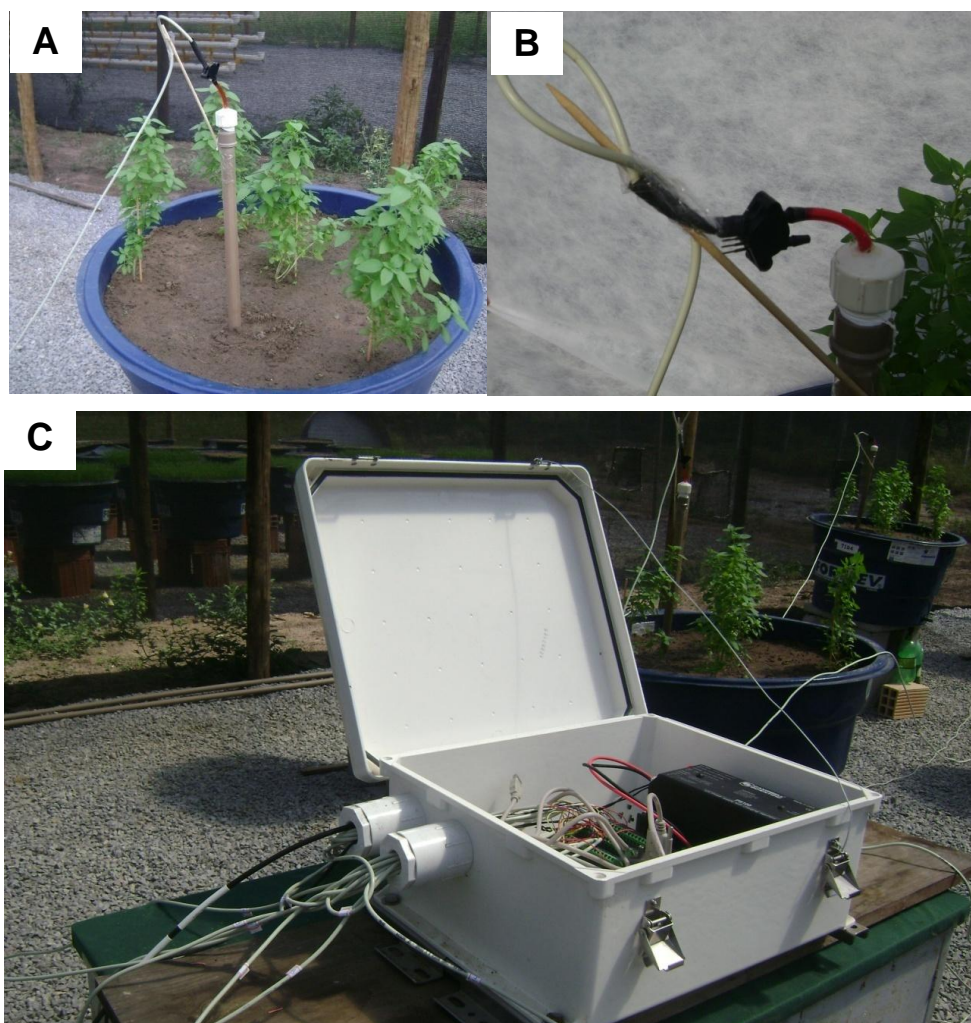


Figura 5. Tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade em vasos (A); Transdutores de pressão instalados em tensiômetros (B); Sistema de aquisição de dados ,Datalogger CR1000, conectado aos transdutores (C).

Fonte: SUZART 2013.

2.6 Colheita e secagem

Aos 55 dias após o transplântio (DAT), as plantas foram colhidas (em pleno florescimento) cortando-se 15 cm acima do solo. Após serem colhidas, foram pesadas a parte aérea, colocadas em sacos de papel e levadas a estufa

de secagem com fluxo de ar forçado a 45 °C, por 10 dias até atingir massa constante, sendo posteriormente realizada a pesagem da biomassa seca da parte aérea, misturada e moída em triturador elétrico de facas e embaladas em saco plástico, a fim de evitar a reabsorção da umidade do ambiente.

2.7 Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de Produtos Naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS.

Primeiramente, separou-se 1 g do material seco e moído para a determinação do teor de umidade, em %, que foi feita em triplicata no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte®.); neste aparelho as amostras vegetais foram secas a temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Em torno de 90 g das amostras foram colocadas em balão de vidro de 5 L e 3 L contendo água destilada em volume suficiente para ultrapassar em poucos centímetros a altura da manta térmica e efetuar a cobertura total do material vegetal, iniciando o processo de hidrodestilação. Foram utilizados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados nos balões de vidro, que foram aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato (Figura 6). O processo de extração foi conduzido durante 2 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota, conforme Teles (2010), sendo verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada do Clevenger. Adicionou-se ao óleo retirado do aparelho o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Posteriormente, com o uso da pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi acondicionado em recipientes de vidro com capacidade de 2 ml, etiquetado, envoltos em papel alumínio e armazenados sob refrigeração (-5°C), até a realização da análise química.



Figura 6. Refrigerador do sistema (A); Manta aquecedora (B); Balão volumétrico 5l (C); Balão volumétrico 3l (D); Aparelho Clevenger (E). **Fonte:** SUZART 2013.

2.8 Obtenção do teor e rendimento de óleo essencial

O teor do óleo essencial foi calculado (Equação 2) a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume (mL) de óleo essencial em relação a massa seca.

$$To = \frac{Vo}{Bm \frac{(Bm \times U)}{100}} \times 100 \quad (2)$$

em que:

To - Teor de óleo (%)

Vo - Volume de óleo extraído

Bm - Biomassa aérea vegetal

U - Umidade

O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca de da parte aérea, calculado em mL conforme a Equação 3 a seguir.

$$Ro = To \times MSPA \quad (3)$$

em que:

Ro - rendimento de óleo essencial produzido, mL por planta

To - teor de óleo essencial, mL por 100 g

MSPA - massa seca da parte aérea da planta de manjeriço, g por planta

2.9 Identificações dos componentes químicos do óleo essencial

Para a análise da composição química, os óleos essenciais (20 mg) foram previamente diluídos em 1 mL de acetato de etila.

Na análise por CG/DIC foi utilizado um Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 equipado com injetor automático AOC-20i, coluna capilar Rtx-5 (30 m x 0.25 mm), espessura do filme 0.25 μm , temperatura do injetor 220 °C e do detector 240 °C, hélio como gás de arraste (1.2 mL.min⁻¹), com programa de temperatura do forno de 60 a 240 °C a 3 °C.min⁻¹, mantendo a 240 °C por 20 min, split de 1:20, volume de injeção de 1 μL .

As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, com injetor automático AOC-20i, coluna capilar DB-5ms (30 m x 0.25 mm), espessura do filme 0.25 μm , temperatura do injetor 220 °C, gás de arraste hélio (1 mL.min⁻¹), temperatura da interface e da fonte de ionização 240 °C, energia de ionização 70 eV, corrente de ionização 0.7 kV e programa de temperatura e split semelhante à descrita acima.

A identificação dos constituintes foi realizada através do cálculo do índice de Kovats de cada um dos picos e pelos dados de espectrometria de massas. Os índices foram calculados com a utilização de cromatogramas obtidos pela co-injeção da amostra com uma série homóloga de n-alcanos (C₈ a C₂₄). Cada pico do cromatograma foi também identificado pelo seu espectro de massas, pela comparação com a biblioteca do equipamento, pela consulta da literatura especializada (ADAMS, 2007; JOULAIN; KONIG, 1998) e pela injeção de padrões. Já a quantificação dos constituintes identificados foi obtida com base nas áreas dos picos cromatográficos correspondentes utilizando-se o método da normalização.

2.10 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo analisados por meio de análise de regressão, cujos modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão. Nos casos em que verificou-se associações significativas entre as variáveis resposta e os tratamentos, procedeu-se a um contraste entre as médias dos tratamentos, utilizando-se do teste de tukey a 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor do óleo essencial

Os diferentes níveis de salinidade na água de irrigação não alterou significativamente ($p > 0,05$) o teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) extraído da parte aérea, aos 55 DAT. As médias do teor de óleo essencial obtidas nos diferentes tratamentos variaram de 0,87% a 1,00% com coeficiente de variação (CV) de 13,24% (Tabela 3). Bione (2013), cultivando manjeriço da mesma matriz genética deste experimento, em condições de salinidade em sistema hidropônico, analisando o teor do óleo na parte aérea aos 49 DAT, também não obteve diferença significativa, mantendo uma média de 0,56% do controle ao tratamento mais salino, e CV de 23,09%. Silva (2012), também cultivando manjeriço da mesma matriz genética, em diferentes substratos, obteve diferença não significativa no teor do óleo, extraído o óleo isoladamente das folhas aos 60 DAT, obtendo uma média de 0,92% a 1,57% e CV de 49,70%.

Carrasco et al. (2007) cultivaram manjeriço em sistema hidropônico NFT, com diferentes salinidades (1,5; 3,0 e 4,5 dS m^{-1}) e não encontraram diferença significativa nos teores de óleo extraído das folhas frescas do manjeriço, variando de 0,24% a 0,35%. Pravuschi et al. (2010), cultivando manjeriço em solo em condições de estresse hídrico, não obteve diferenças significativas nos teores do óleo extraído das folhas de manjeriço, variando de 0,71% a 2,18%.

Tabela 3: Média do teor do óleo essencial (%), da parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L., cultivadas com diferentes níveis de salinidade.

Tratamento (dS m^{-1})	Teor do óleo essencial (%)
T1	1,0099 a
T2	0,9949 a
T3	0,9798 a
T4	0,9346 a
T5	0,8743 a
CV (%)	13,24

*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V. = coeficiente de variação.

O fato do estresse salino não ter influenciado na produção do óleo essencial deste experimento, pode ser relacionado com o baixo volume de óleo, o qual foi extraído de toda a parte aérea da planta (caule, ramos e folhas) visto que de acordo com alguns autores o óleo essencial é comumente encontrado em maiores concentrações nas folhas e cálices florais, em canais secretores e pêlos glandulares (LAWRENCE, 1992; WERKER et al., 1993; GARLET, 2007; BERTOLUCCI et al., 2008). Ainda de acordo com Andrade & Casali (1999), o efeito sobre os produtos do metabolismo secundário parece variar bastante com o tipo, a intensidade e a duração do estresse, podendo aumentar ou diminuir o teor de óleos essenciais.

Rendimento do óleo essencial

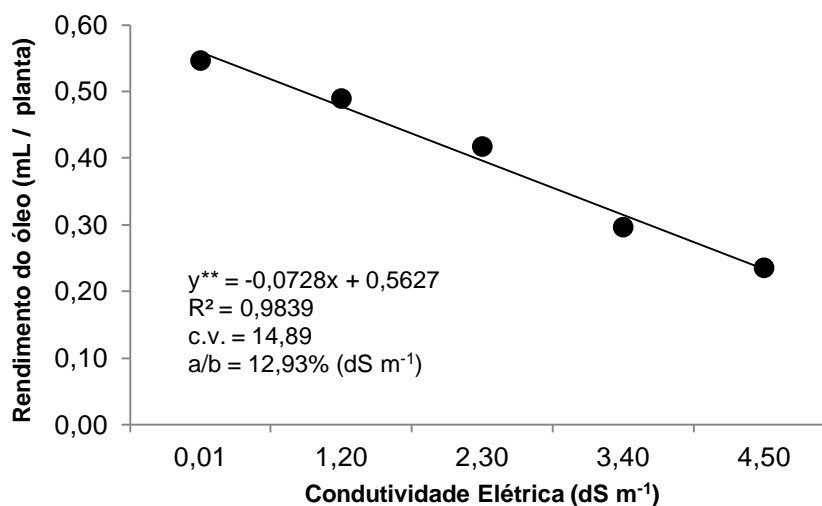
Conforme demonstrado na Figura 7, o rendimento de óleo essencial na parte aérea de *Ocimum basilicum* L., reduziu significativamente à medida que os níveis de salinidade foram incrementados, decrescendo em 12,93% a cada aumento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}). Tendência semelhante foi encontrada por Bione (2013), onde o rendimento do óleo essencial decresceu significativamente em 6,57% a cada aumento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}) em função da salinidade. O fato do rendimento do óleo ter sido significativo, ao contrário do teor do óleo que não alterou em função da salinidade da água de irrigação, pode ser explicado em função da produção diferenciada da massa seca da parte aérea, decrescendo em 11,60% a cada aumento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}).

O estresse salino provocou redução tanto no conteúdo quanto no rendimento do óleo essencial de três gêneros de *Cymbopogon* (ANSARI et al., 1998).

Trapp & Croteau (2001), relatam que o rendimento do óleo pode variar conforme a fatores ambientais, órgão da planta a ser amostrado, ou pelo método de extração. Ainda de acordo com Farias (1999) a localização geográfica, época da coleta, forma de cultivo, condições climáticas, idade do material vegetal, período e condições de armazenamento podem influenciar o rendimento e o perfil químico de óleos essenciais por extratos de plantas.

A comparação das médias entre os tratamentos revelam que o rendimento do óleo da cultura é reduzido a partir de 2,3 dS m^{-1} . As médias

obtidas variaram de 0,23 a 0,54 mL por planta. Os tratamentos T1 (0,01 dS m⁻¹) e T2 (1,2 dS m⁻¹) não diferiram estatisticamente. Carrasco et al. (2007) cultivaram manjeriço em sistema hidropônico NFT, com diferentes salinidades (1,5; 3 e 4,5 dS m⁻¹) e obtiveram variação entre 0,24 e 0,35 mL por planta com o aumento da salinidade.



** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; R² = coeficiente de determinação; c.v. = coeficiente de variação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água.

Figura 7. Rendimento do óleo essencial em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Composição química do óleo essencial

O óleo essencial extraído de toda a parte aérea da planta de manjeriço foi submetido à análise química e, assim, determinados os seus constituintes. Foram identificados 24 compostos do óleo essencial da parte aérea de *Ocimum basilicum* L. (Tabela 4).

Com base na Tabela 4, pode-se observar que os compostos E-Cinamato de metila, Metil chavicol, 1,8-Cineol e Z-Cinamato de metila, foram predominantes no óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivado sob condições de estresse salino. De acordo com Viera et al. (2001) já foram encontrados os seguintes valores para espécie de *Ocimum* encontrados no mercado e utilizados na medicina popular, linalol (49,7%), 1,8 cineol (22%), metilchavicol (47%) e cinamato de metila (65,5%). Roque (1991) analisando a composição dos óleos essenciais de *O. basilicum*, destacou que os compostos

predominantes foram: linalol (52 a 60%), eugenol (9 a 18%), metil chavicol (2 a 4%), metil cinamato (2 a 5%) e cineol (3 a 6%).

E-Cinamato de metila foi o composto encontrado em maior quantidade em todos os tratamentos, destacando-se como o composto majoritário. Esse resultado está de acordo com Bione (2013), que avaliou a composição química da parte aérea de manjerição da mesma matriz genética deste experimento.

Tabela 4: Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), sob diferentes níveis de salinidade.

Compostos (%)	KI*	KI _{lit} *	Tratamentos				
			T1	T2	T3	T4	T5
α-Pineno	939	939	0,925	1,025	0,975	0,875	0,950
Sabineno	977	975	0,425	0,450	0,450	0,350	0,375
β-pineno	982	979	0,875	1,000	0,950	0,825	0,900
Mirceno	992	990	0,425	0,425	0,375	0,375	0,450
Limoneno	1033	1029	0,825	0,900	0,775	0,775	0,875
1,8-Cineol	1042	1031	7,900	8,200	8,250	7,125	7,200
E-β-ocimeno	1053	1050	1,375	1,475	1,250	1,175	1,325
g-Terpineno	1063	1059	0,425	0,425	0,375	0,375	0,450
Fenchona	1092	1092	0,700	0,725	0,675	0,650	0,725
Linalol	1100	1096	0,975	0,875	0,650	0,625	0,550
Cânfora	1149	1146	1,075	1,100	0,975	0,900	0,875
Terpinen-4-ol	1181	1777	2,325	2,275	2,050	2,050	2,125
α-Terpineol	1193	1188	0,825	0,850	0,825	0,775	0,775
Metil chavicol	1200	1196	11,100	14,000	10,925	13,100	14,050
Z-Cinamato de metila	1305	1299	3,925	3,475	4,350	3,950	3,800
E-Cinamato de metila	1388	1378	58,550	48,325	60,800	57,275	52,250
E-Cariofileno	1423	1419	0,850	1,575	0,575	1,050	1,500
alfa-Bergamoteno	1438	1434	0,950	1,900	0,650	1,125	1,775
α-Humuleno	1457	1454	0,575	1,100	0,400	0,825	1,150
Germacreno D	1487	1485	1,150	2,225	0,775	1,400	2,025
Biciclogermacreno	1500	1500	0,800	1,575	0,550	1,050	1,475
α-Bulneseno	1509	1509	0,500	0,850	0,275	0,475	0,725
g-Cadineno	1519	1513	0,375	0,625	0,275	0,450	0,600

*KI = índice de Kovalt calculado; *KI_{lit} = índice de Kovats da literatura

As relações entre os compostos de maior predominância no óleo do manjeriço e os níveis de salinidade não foram significativas, com exceção do composto Z-Cinamato de Metila, que apresentou significância, porém não foi possível o seu ajuste para nenhum modelo de regressão com sentido biológico, pois os coeficientes de determinação obtidos foram muito baixo, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado da análise de variância aplicado aos compostos químicos predominantes no óleo essencial de manjeriço.

Variável	C.V.(%)	Pr>Fc
1,8 Cineol (%)	18,37	0,6832 ^{ns}
Metil Chavicol (%)	16,94	0,1395 ^{ns}
Z-Cinamato de Metila (%)	8,62	0,0327*
E-Cinamato de Metila (%)	12,50	0,1267 ^{ns}

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo

Esses compostos predominantes no óleo: 1,8-Cineol, Metil chavicol, Z-Cinamato de metila e E-Cinamato de metila, apresentaram teores médios de 7,73; 12,63; 3,9; 55,4%, respectivamente.

4 - CONCLUSÕES

Níveis de salinidade entre 0,016 dS m⁻¹ e 4,5 dS m⁻¹ na água de irrigação não altera os teores de óleo essencial da parte aérea de *Ocimum basilicum* L.;

A irrigação com água de salinidade igual ou superior a 2,3 dS m⁻¹ reduz o rendimento do óleo essencial das plantas de manjeriço em comparação a irrigação realizada com água não salina;

Os compostos químicos do óleo essencial encontrados em maior quantidade na parte aérea do manjeriço foram: 1,8-Cineol, Metil chavicol, Z-Cinamato de metila e E-Cinamato de metila. Destes, o E-Cinamato de metila foi o principal composto constituinte com teor médio de 55,4%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Carol Stream, Illinois-USA: Allured Publishing Corporation©, p.804, 2007.
- ALVES, P. B.; BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; REBOUÇAS, M. N.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Linalol de *Ocimum basilicum* (Manjerição) e características agron micas de acessos do banco ativo de germoplasma da UFS. **Cadernos UFS-Química**, v.5, n.2, p.7-14, 2003.
- AMARAL, J. F. T.; FONSECA, A. F. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R.; FONTES, P. C. R. Deficiências de macronutrientes, Fe e B em manjerição, (*Ocimum* sp.) em cultivo hidropônico. **Revista Ceres**, v.46, n.265, p.297-308, 1999.
- ANDRADE, F.M.C.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, p.139, 1999.
- ANSARI, S.R., ABAD-FAROOQI, A.H., SHARMA, S. Interspecific variation in sodium and potassium ion accumulation and essential oil metabolism in three *Cymbopogon* species raised under sodium chloride stress. **Journal Essential Oil Research**. v.10, n.4, p.413-418, 1998.
- AZEVEDO, C. D.; MOURA, M. A. **Cultivos de plantas medicinais: guia pr tico**. Niter i: Programa Rio Rural, p.19, 2010. Manual Técnico 27.
- 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, n.2, p.167-177, 2010.

BERTOLUCCI, S. K. V.; LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P. Guia das plantas medicinais. In. LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P. (ed.). **Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, cap.7, p.159-244, 2008.

BIONE, M. A. A. **Produção hidropônica de manjeriço com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013. Dissertação de Mestrado.

CARRASCO, G.; RAMÍREZ, P.; VOGEL, H. Efecto de la conductivade elétrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT. **Idesia**, v.25, n.2, p.59-62, 2007.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ALVES, P. B.; EHLERT, P. A. D.; MELO, A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; BLANK, A. F. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.4, p.24-30, 2006.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T. ; COELHO, E. F. Tendências climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas, BA. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais**. Lavras, SBEA, v.1, p.43-45, 1998.

EKREN, S.; SÖNMEZ, Ç.; ÖZÇAKAL, E.; KURTTAS, Y. S. K.; BAYRAM, E. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). **Agricultural Water Management**, v.109, p.155-161, 2012.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, p.212, 1997.

ERENO, D. Perfume de manjeriço. **Revista Fapesp**, São Paulo, n.120, 2006.

FARIAS, M. R. **Em Farmacognosia da planta ao medicamento: Avaliação da Qualidade de matéria primas vegetais**. SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; de MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. 5ª ed., UFSC e UFRGS Ed.: Porto Alegre, 1999.

GARLET, T. M. B. **Produtividade, teor e composição do óleo essencial de espécies de *Mentha* L. (Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio**. Santa Maria - RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Tese de Doutorado.

GENUCHTEN, M. T. Van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, p.892-898, 1980.

GONÇALVES, L. A. **Os tricomas glandulares de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) e o desenvolvimento da espécie em dois níveis de radiação solar**. Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. Dissertação de Mestrado.

JOULAIN, D.; KÖNIG, W. A. **The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons**. E. Hamburg-Germany: B. Verlag©, p.658, 1998.

LAWRENCE, B. M. Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. In: HARLEY, R. M.; REINOLDS, T. (eds). **Advances in Labiatae science**. Kew, UK; Royal Botanical Gardens, p.399-436, 1992.

LORENZI, HARRI; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, p.319, 2008.

MATOS, T., M., F. **Manejo agroecológico de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011. Dissertação de Mestrado.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, Washington, v.12, n.3, p.513-522, 1976.

PRAVUSCHI, P. R.; MARQUES, P. A. A.; RIGOLIN, B. H. M.; SANTOS, A. C. P. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHAL, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**: Campina Grande, UFPB. p.117, 2000.

ROQUE, O. L. R. Composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivado. **Boletim Fac. Farm.** Coimbra, v.15, n.1, p.47-51, 1991.

SILVA, C. M. F. **Avaliação de diferentes substratos na produção de biomassa e teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. Dissertação de Mestrado.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. DE; COSTA, P. H.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.15, n.2, p.99-105, 2003.

SIMON, J. E.; QUINN, J; MURRAY, R. G. Brasil: a source of essential oils. In: Janick, J.; Simon, J. E. (eds.). **Advances in New Crops**. Timber Press, p.484-489, 1990.

TELES, S. **Avaliação do teor e da composição química das folhas de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brow. e *Mentha piperita* L. cultivadas em Cruz das Almas, Santo Antonio e Amargosa, submetidas às diferentes épocas de colheita e processos de secagem**. Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010. Dissertação de Mestrado.

TRAPP, S.A.; CROTREAU, R.D. Genomic organization of plant terpene synthases and molecular evolutionary implications. **Genetic**. v.158, p.811-32, 2001.

VIEIRA, R. F., GRAYER, R. J., PATON, A., SIMON, J. Genetic diversity of *Ocimum grantissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematic Ecologic.**, v.29, p.287-304, 2001.

WERKER, E.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; DUDAI, N.; KATZIR, I. Glandular hairs and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). **Annals of Botany**, v.71, p.43-50, 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares é uma tradição no meio rural brasileiro. Dessa maneira, o uso terapêutico de plantas medicinais no Brasil vem aumentando a cada ano devido à procura dessas espécies pelas indústrias farmacêuticas, perfumarias, cosméticos e alimentos. A partir daí surge a necessidade de analisar os fatores que interferem na qualidade e quantidade de princípios ativos do produto, bem como fornecer alternativas econômicas adequadas ao uso racional da água de irrigação, principalmente em locais como o Semiárido Brasileiro, onde é comum a escassez de água, ou disponibilidade de água de qualidade inferior.

Os resultados encontrados neste experimento são de fundamental importância para o conhecimento das respostas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em condições de estresse salino, em função de ser uma planta de grande valor econômico e seu cultivo ser possível nas condições climáticas encontradas nessa região.

O cultivo do manjeriço neste experimento, não apresentou sintomas que comprometessem a sua produção e comercialização em função da salinidade da água de irrigação. Estudos posteriores deverão ser conduzidos no sentido de realizar vários cortes da cultura ao longo do ciclo, pois de acordo com alguns autores cortes sucessivos estimulam a produção do óleo essencial, bem como realizar a extração do óleo essencial em folhas, caules e flores separadamente, visto que esse é comumente encontrado em maiores concentrações nas folhas e cálices florais. É também interessante repetir o experimento com níveis maiores de salinidade.